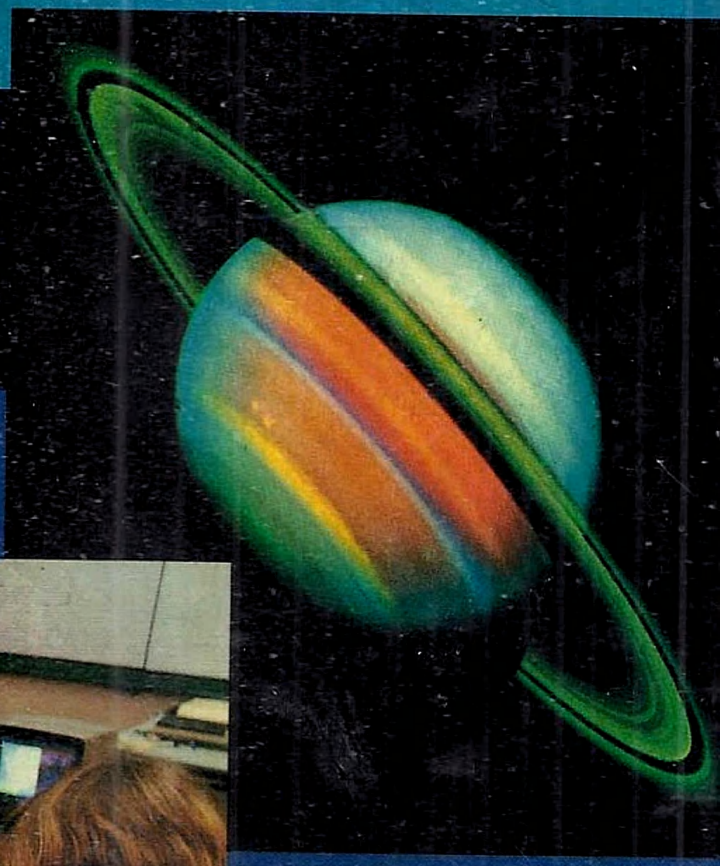
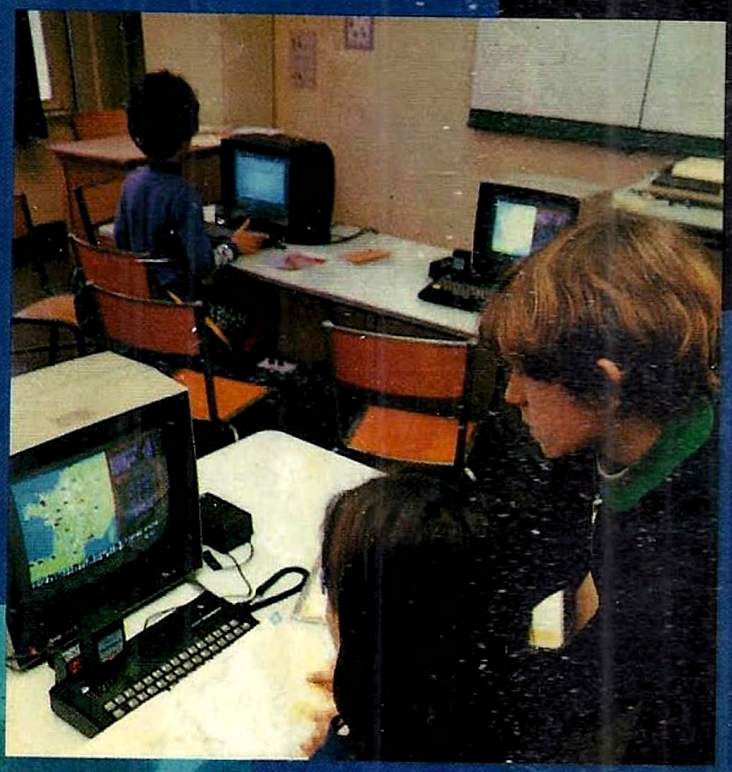
SCIENCES





TECHNOLOGIE

cours moyen

ARMAND COLIN - BOURRELIER

SCIENCES TECHNOLOGIE au cours moyen

coordination

Paul-Jean CHIROUZE
pour les sciences expérimentales
et la technologie

Georges GRANGER
pour la géologie
et la biologie

par

Paul-Jean CHIROUZE, *Inspecteur pédagogique régional,*
Georges GRANGER, *Professeur au centre de formation des PEGC à Aix-en-Provence*
Jacqueline HOT, *Conseillère pédagogique d'Ecole Normale*
Denise NURY, *Professeur à l'Ecole Normale d'Aix-en-Provence*
Bernard SAUVAGE, *Professeur à l'Ecole Normale d'Aix-en-Provence*
Jean SEYVOZ, *Professeur à l'Ecole Normale d'Aix-en-Provence*

ARMAND COLIN-BOURRELIER
103 bd Saint-Michel, Paris (5e)

TABLE DES MATIÈRES

	I ACTIVITÉS	II SAVOIRS
ORIENTATION. ASTRONOMIE. MESURE DU TEMPS		
1. Vertical ? Horizontal ?	4	109
2. Orientons-nous	6	110
3. La Terre tourne sur elle-même	8	111
4. Mouvement de la Terre autour du Soleil	10	112
5. La Lune, compagne de la Terre	12	113
6. La famille du Soleil	14	114
7. Constellations et étoiles	16	115
8. Je mesure des durées	18	116
GRANDS PHÉNOMÈNES GÉOLOGIQUES		
9. Les volcans et le volcanisme	20	117
10. Les tremblements de terre	22	118
SCIENCE DU VIVANT		
11. Les mouvements volontaires	24	119
12. Percevoir son milieu et agir	26	120
13. Le sport et le travail	28	121
14. Le sang et la circulation	30	122
15. La respiration	32	123
16. La nourriture	34	124
17. La digestion	36	125
18. La reproduction des animaux	38	126
19. La sexualité et la reproduction de l'homme	40	127
20. La naissance du bébé	42	128
21. A la recherche des mondes vivants disparus	44	129
22. L'évolution de l'homme et l'homme moderne	46	130
23. L'histoire de la vie	48	131
MÉCANISMES. ÉLECTROMÉCANISMES		
24. La bicyclette	50	132
25. Les engrenages	52	133
26. Pour créer le mouvement	54	134
27. Le mouvement par des combustions	56	135
28. Alimenter un circuit électrique	58	136
29. Le mouvement par le courant électrique	60	137

	I ACTIVITÉS	II SAVOIRS
ÉNERGIE : SOURCES ET CONSOMMATION		
30. L'énergie, pour quoi faire ?	62	138
31. Les centrales électriques	64	139
32. Distribution de l'énergie électrique en France	66	140
33. Les sources d'énergie. La crise	68	141
34. Économisons l'énergie	70	142
35. Le Soleil, notre source d'énergie	72	143
OBJETS ET SYSTÈMES INFORMATIQUES		
36. Enquête : informatique et société	74	144
37. La calculette	76	145
38. Objets programmables	78	146
39. A la découverte du micro-ordinateur	80	147
40. Le Bigtrak	82	148
41. Pilotons un robot	84	149
42. Mémorisation des informations	86	150
43. L'écriture sur ordinateur	88	151
44. Ordinateur : mode direct	90	152
45. Ordinateur : mode programmé	92	153
46. Programmons en Basic	94	154
CONCEPTION ET RÉALISATION D'OBJETS OU MONTAGES TECHNOLOGIQUES		
47. Une boîte pour confiserie	96	155
48. Un porte-chéquier	98	156
49. Un testeur de continuité électrique (circuit imprimé)	100	157
50. Un testeur de continuité électrique (boîtier)	102	158
51. Un aérogénérateur électrique (étude du projet, hélice)	104	159
52. Un aérogénérateur électrique (fabrication, montage)	106	160

SOURCE DES ILLUSTRATIONS : voir en page 108

La loi du 11 mars 1957 n'autorisant aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41 d'une part que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et d'autre part que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (alinéa 1er de l'article 40). Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.

© Armand Colin Éditeur, Paris, 1986.
ISBN 2-200-01130-X

AVERTISSEMENT

Cet ouvrage est conforme aux instructions et programmes définis pour le Cours Moyen de l'école élémentaire par l'arrêté du 23 avril 1985.

Il répond aux finalités de l'enseignement de « sciences et technologie »; c'est-à-dire essentiellement : procurer à l'enfant les connaissances et compétences fondamentales qui le conduiront progressivement à une maîtrise intellectuelle et pratique de son environnement naturel et technologique.

Conformément aux objectifs du programme, notre ouvrage vise à « *faire acquérir les méthodes propres à la démarche scientifique (observer, analyser, expérimenter puis représenter)* et *technologique (concevoir, fabriquer, transformer* ». Il fait une large place à l'étude d'objets et systèmes informatiques qui permettront à l'enfant d'acquérir dans ce domaine les rudiments d'une culture indispensable à l'homme de demain.

L'ouvrage est divisé en 52 chapitres. La table des matières ci-contre montre leur répartition selon l'ordre du programme. Cela ne doit pas empêcher toute liberté de progression.

Comme l'indique la table des matières, chaque chapitre apparaît dans l'ouvrage en deux endroits différents. Le chapitre 1 par exemple apparaît aux pages 4 et 5 puis à la page 109... Le manuel se compose de deux parties successives et pareillement divisées :

Partie I. **Activités :** deux pages par unité de travail où sont proposées des activités. Elles sollicitent : observation, manipulation, réflexion, recherche, fabrication... (partie décrite ci-dessous).

Partie II. **Savoirs :** une page par chapitre axée sur la formulation, la mémorisation, l'autocontrôle d'un acquis, savoir ou savoir-faire (partie décrite page 108).

Il va de soi que les unités de travail ne s'imposent pas comme des leçons rigides, mais proposent des démarches possibles. Il sera préférable, en particulier, que les problèmes se trouvent posés par la classe à partir d'une situation vécue (sortie, article de presse, question d'enfant...). Le livre proposera alors des moyens, des démarches d'investigation et de réflexion. Pour ce qui concerne les six dernières unités plus spécialement consacrées aux « fabrications », les sujets choisis ont valeur d'exemples et pourront être transposés à des objets similaires s'ils suscitent une motivation plus grande. Le dernier thème retenu (un aérogénérateur d'électricité) l'a été en raison de son caractère synthétique.

Un **guide pédagogique** accompagne le manuel.

Première partie

Activités

Nous avons rassemblé, dans les deux pages qu'occupe chaque unité de travail, des documents (photographies, dessins, schémas, tableaux, graphiques, textes) accompagnés d'une courte légende et de quelques questions. Ces questions sont aussi bien destinées à déclencher une réflexion ou une recherche qu'à obtenir une réponse immédiate.

La plupart des documents peuvent être exploités directement. Pour mieux aider les maîtres, nous avons, de préférence, retenu ceux qui nous semblaient relativement difficiles à obtenir. Certains documents invitent à la réalisation d'expériences, d'objets, de maquettes. Chaque fois que le matériel nous a paru aisément accessible, nous demandons à l'élève de se le procurer. Les montages expérimentaux sont toujours très simples et ne nécessitent aucun matériel coûteux.

Les pistes de recherche proposées, imprimées en italique, sont présentées aux élèves pour alimenter leur curiosité et leur réflexion hors de l'école ou, en classe, pour apporter des prolongements à l'étude.

Tous autres documents, travaux ou champs d'investigation, permettant d'atteindre les objectifs proposés sont souhaitables, soit pour consolider ou élargir le contenu d'une notion, soit pour lui donner une coloration locale ou propre à la classe.

1 VERTICAL ? HORIZONTAL ?

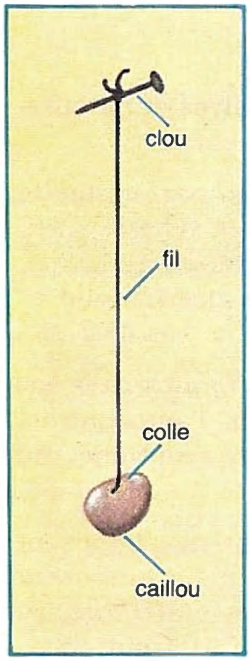


Fig. 1 Fil à plomb fabriqué avec un fil et un caillou.

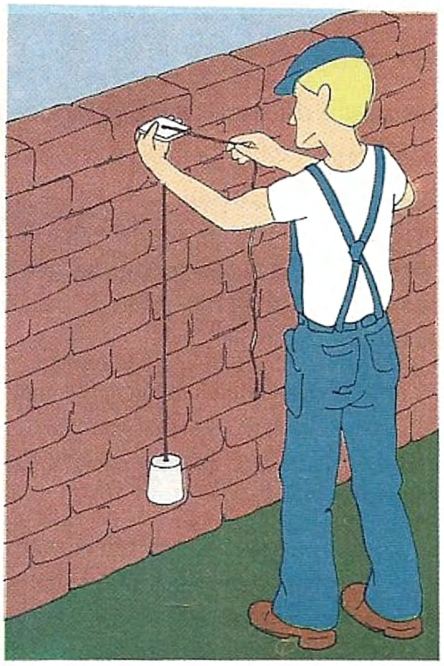


Fig. 2 Maçon vérifiant la verticalité d'un mur.

Fig. 3 Fil à plomb de maçon. A quoi sert la plaque ?

1 FIL À PLOMB ET VERTICALE

Avec un caillou, du fil et de la colle, fabrique ton fil à plomb (fig. 1).
— Que peux-tu dire de tous les fils à plomb de la classe ?
— Cherche autour de toi des lignes verticales.

2 FIL À PLOMB DE MAÇON

— Avec ton fil à plomb, peux-tu vérifier que le mur est vertical ?
— Comment procède le maçon ? (fig. 2).
— Observe son instrument (fig. 3).
Explique.

3 HORIZONTALE ET SURFACE D'UN LIQUIDE

Les élèves ont tracé au tableau une ligne droite perpendiculaire au fil à plomb (fig. 4).
Elle est horizontale.
— Quelles observations font-ils avec la surface d'un liquide immobile ? Conclus.

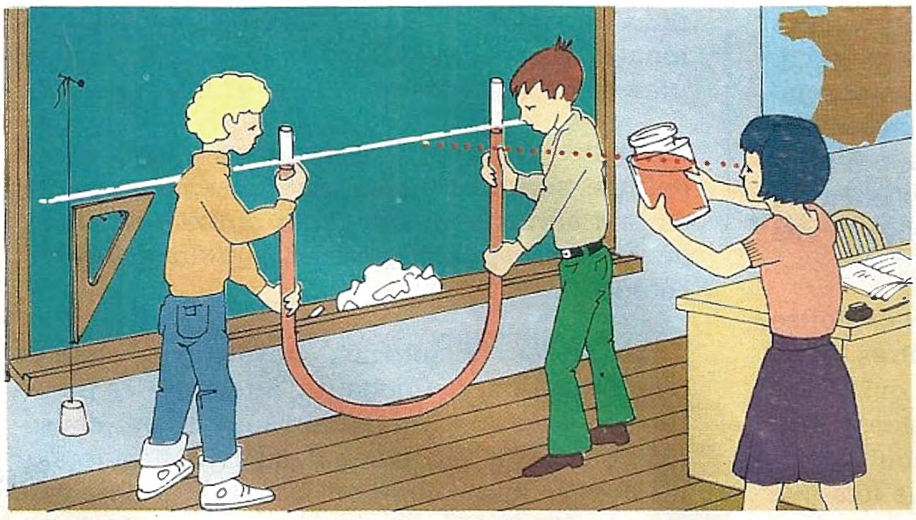


Fig. 4 Expériences avec la surface des liquides.

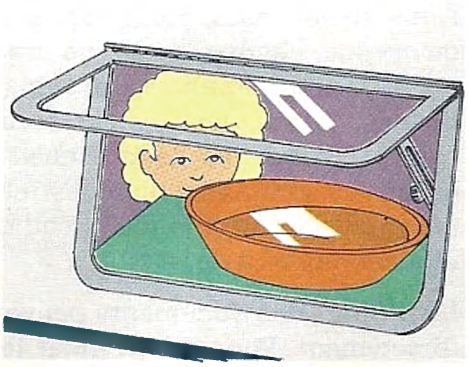


Fig. 5 Comment ce jeune garçon voit-il que la caravane n'est pas horizontale ?

4 NIVEAU À BULLE

Le carreleur de la figure 6 utilise un *niveau à bulle.*
— Comment vérifie-t-on, avec ce niveau, l'horizontalité d'une surface ?
— A quoi peut servir la seconde fiole, perpendiculaire à la première ?

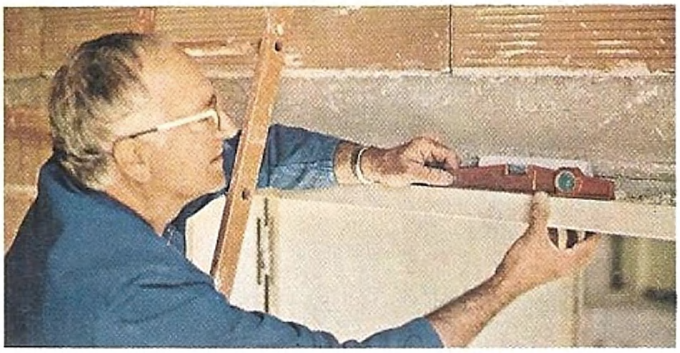


Fig. 6 Carreleur au travail.

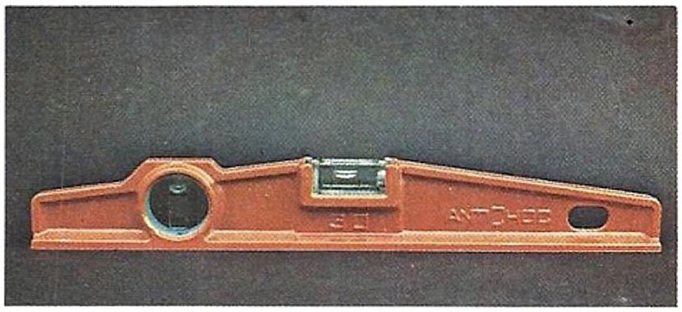


Fig. 7 Niveau à bulle.

5 MESURONS UNE DÉNIVELLATION

— Observe la figure 8.
— Explique comment mesurer la différence de niveau entre deux points *(dénivellation).*

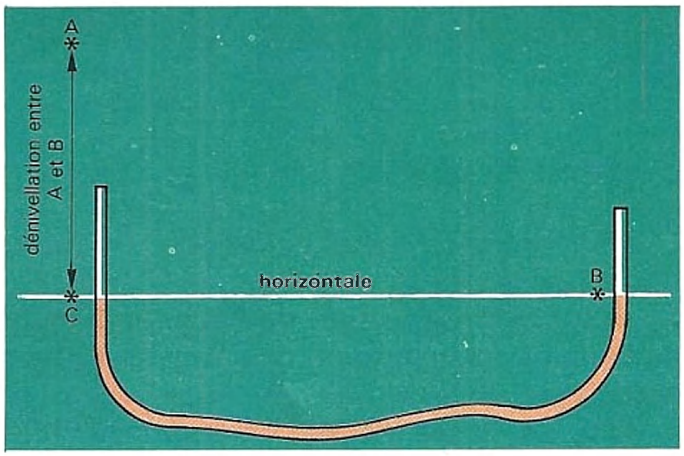


Fig. 8 Pour mesurer la dénivellation entre A et B.

6 À L'ÉCHELLE DE LA TERRE

— Observe la figure 9.
— Peux-tu dire que les mers et océans ont une surface plane ?
— Que peux-tu dire des fils à plomb en différents points de la Terre ?
— Que peux-tu dire de toutes les verticales prolongées vers l'intérieur de la Terre ?
— Le fil de tous ces fils à plomb est tendu et l'objet suspendu tombe si l'on coupe le fil. Comment expliques-tu cela ?

Fig. 10. La Terre photographiée par météostat.

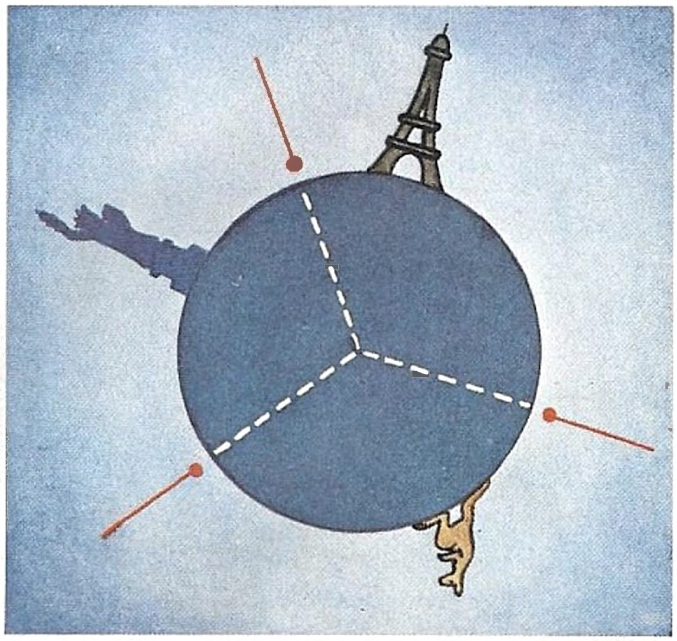


Fig. 9 Verticale et horizontale en divers points de la Terre.

2 ORIENTONS-NOUS

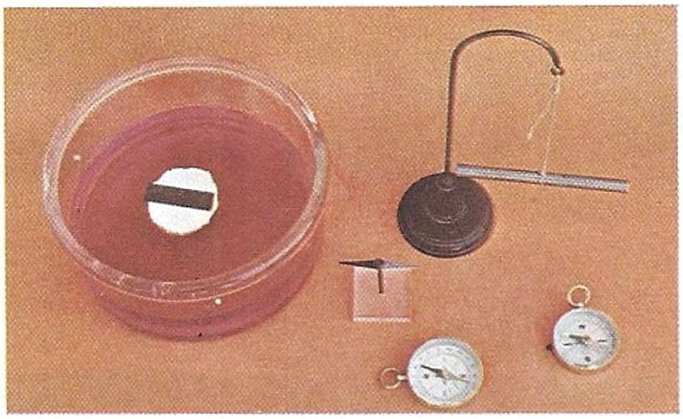


Fig. 1 Nous avons posé un aimant sur un flotteur et suspendu un autre à un fil. A côté, diverses boussoles.

Fig. 2 Observons une boussole. Comment orienter son cadran ?

1 OBSERVATIONS

— Qu'indique le côté coloré de l'aiguille d'une boussole ?
— Compare la direction de l'aiguille à celle de l'aimant suspendu ou de l'aimant flotteur (fig. 1).
— Que se passe-t-il si l'on approche une boussole d'un morceau de fer ?
— Conclus.

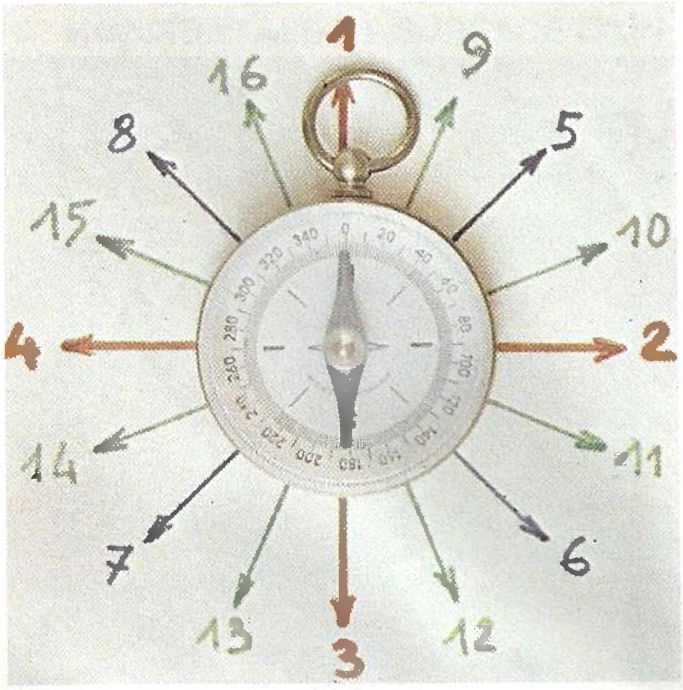


Fig. 3 Nous avons orienté le cadran. Désignons les points de la rose des vents.

2 LES POINTS CARDINAUX

a) Observe le cadran d'une boussole (fig. 2) :
— Que signifient les indications N et S ? Où places-tu E et O (ou W) ?
— Connaissant un **point cardinal** (placé devant toi), indique où sont les trois autres sans regarder la boussole.
b) La graduation en degrés donne le **cap** (la direction) aux navigateurs .
— Donne le cap correspondant à chaque point cardinal.

3 DÉSIGNONS D'AUTRES DIRECTIONS

Observe la figure 3. On a numéroté certaines directions. Le numéro 1 indique le nord.
— Quel numéro indique chaque point cardinal ?
— Le numéro 5 indique nord-est qu'on écrit N.E. Qu'indiquent les numéros : 6, 7, 8 ?
— Le numéro 9 indique nord-nord-est (N.N.E.) et le numéro 10 : est-nord-est (E.N.E.) Qu'indiquent les numéros 11, 12, 13, 14, 15, 16 ?

4 ALLONS DANS LA BONNE DIRECTION

Les élèves de la figure 4 utilisent une boussole pour s'orienter dans la cour.
— Indique le numéro du but vers lequel chacun va se rendre :
Jacques va à l'est.
Isabelle va au S.O. (ou S.W.).
Sylvie au N.E. Éric va au N.O. (ou N.W.)
Valérie va à l'ouest Xavier va au S.E.

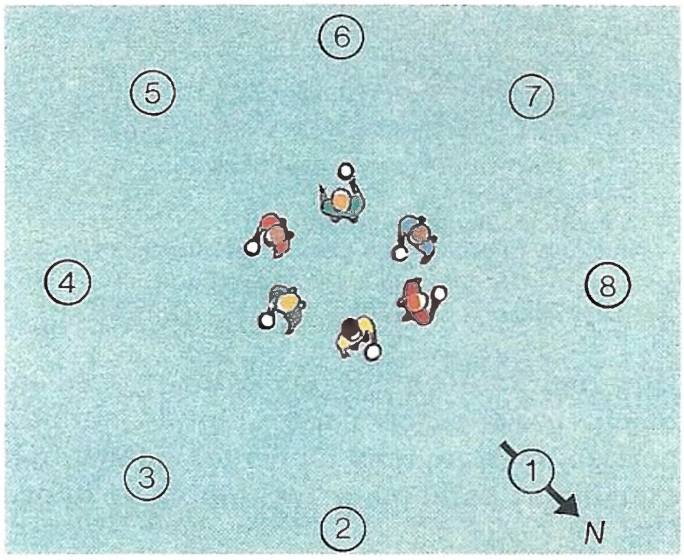


Fig. 4 Jouons pour voir si nous avons retenu.

5 TROUVER LE CAP SUR LA CARTE

Observe attentivement la figure 5.
Tu veux aller de A à B, deux points indiqués sur la carte. Tu disposes d'une boussole.
— Indique la direction que tu vas prendre (par la rose des vents ou en degrés).
— Indique tout ce que tu as dû faire pour répondre à la question.
— Que feras-tu sur le terrain ?

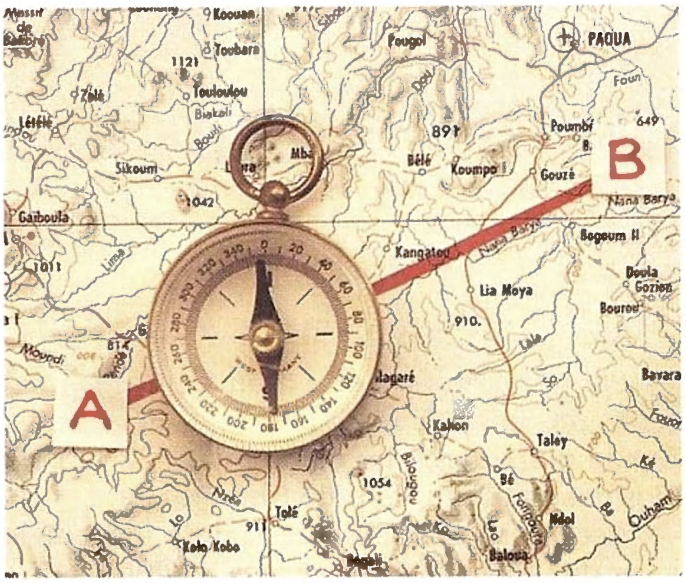


Fig. 5 Recherche du cap à suivre sur la carte.
Le cadran est utilisé comme rose des vents. Nous trouvons E.N.E., soit 68° environ.

6 DES INSTRUMENTS PLUS PERFECTIONNÉS

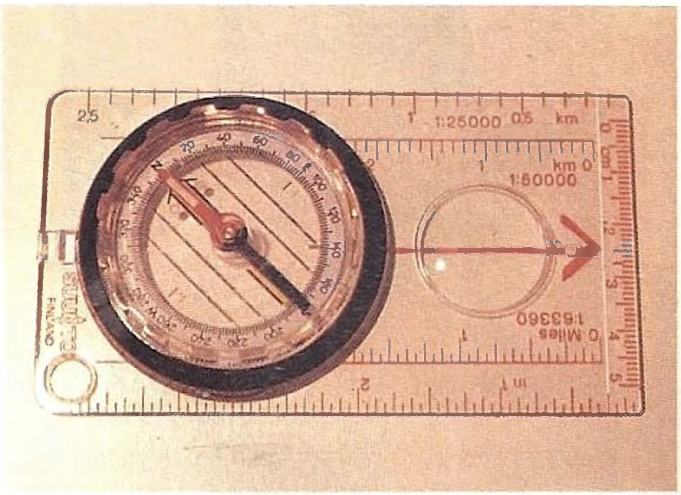


Fig. 6 Boussole munie d'une règle. La règle a été orientée d'après la carte. Pour nous diriger sur le terrain nous amenons le zéro (N) du cadran sous le côté rouge de l'aiguille. La flèche de la règle nous montre le chemin; ici, le sud-est (S.E.).

Fig. 7 Compas de navigation. C'est une boussole dans laquelle le cadran est solidaire de l'aiguille aimantée. Il tourne avec elle devant un repère dans l'axe du bateau ou de l'avion.

3 LA TERRE TOURNE SUR ELLE-MÊME

1 LA COURSE DU SOLEIL ET DE L'OMBRE

Fig. 1a Es-tu bon détective ? Ces deux photos ont été prises le même jour de septembre en France métropolitaine.

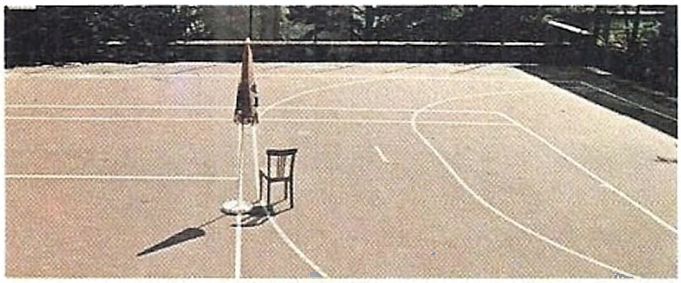


Fig. 1b Peux-tu préciser et expliquer :
— Dans quel ordre ?
— A quels moments de la journée ?
— Quelle est l'orientation des lignes blanches ?

2 LE JOUR ET LA NUIT

— Pourquoi doit-on dire mouvement « apparent » du Soleil dans le ciel ?
Sur le globe terrestre éclairé (fig. 2), le pôle Nord est en haut, le pôle Sud en bas.
— Recherche l'est et l'ouest, puis indique le sens dans lequel doit tourner le globe.
— Montre les points du globe où il fait jour, où il fait nuit, où le jour se lève, où la nuit tombe.
— Pique une tige verticale (une épingle) dans l'hémisphère Nord de ta maquette. Observe son ombre quand tu fais tourner la boule éclairée par la lampe. As-tu bien répondu aux questions du paragraphe 1 ?

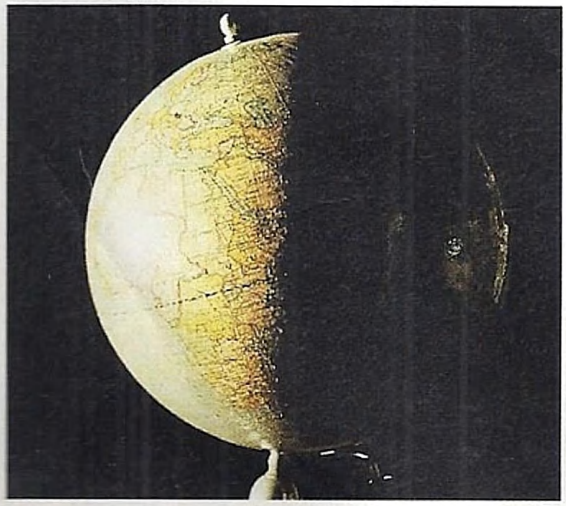


Fig. 2 Globe terrestre éclairé par un projecteur. Réalise une maquette. Une boule, une balle, une pomme bien ronde peuvent jouer le rôle de la Terre. Une lampe de poche joue le rôle du Soleil (fig. 2 page 111).

3 L'OMBRE D'UNE TIGE VERTICALE

Une tige verticale *(le gnomon)*, placée au Soleil, projette son ombre sur un support horizontal. Marquons toutes les heures, par exemple, le point où arrive l'ombre de la tige (fig. 3).
— Comment varie la direction de l'ombre ?
— Comment varie sa longueur ?
— Trace la ligne que l'extrémité de l'ombre a suivie.

Fig. 3 Nous notons sur le papier-calque les positions successives de l'ombre. On appelle *gnomon* cette tige verticale exposée au soleil.

4 MIDI À L'HEURE DU SOLEIL

— Quelle est la direction de l'ombre la plus courte de la journée ? (fig. 4). Utilise la boussole.
— Que peux-tu dire du Soleil à cet instant ?
Il est alors **midi vrai** ou **midi au Soleil** ou **midi à l'heure solaire.** Est-il midi à une montre ?

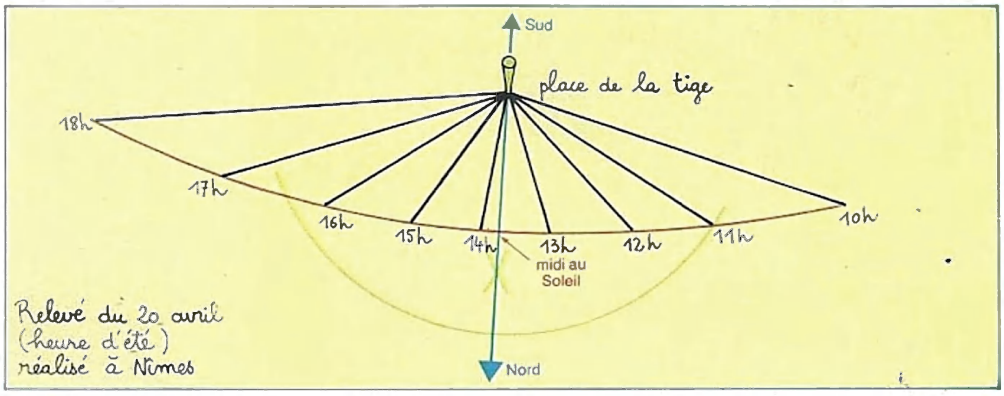


Fig. 4 Cherche avec un compas deux ombres d'égale longueur. Construis leur bissectrice par pliage (ou avec le compas). Elle marque l'ombre la plus courte de la journée. C'est l'heure où le Soleil est le plus haut dans le ciel *(culmination).*

5 L'HEURE DU SOLEIL (heure solaire)

— Quand il est midi solaire à Paris, est-il midi solaire à Strasbourg ? plus tôt ? plus tard ? et à Brest ?
— Explique pourquoi sur la maquette éclairée.
Un cadran solaire est souvent placé sur un mur orienté est-ouest, c'est-à-dire face au sud. L'aiguille est inclinée (parallèle à l'axe de la Terre). Son ombre sur le cadran indique l'heure solaire (fig. 5).

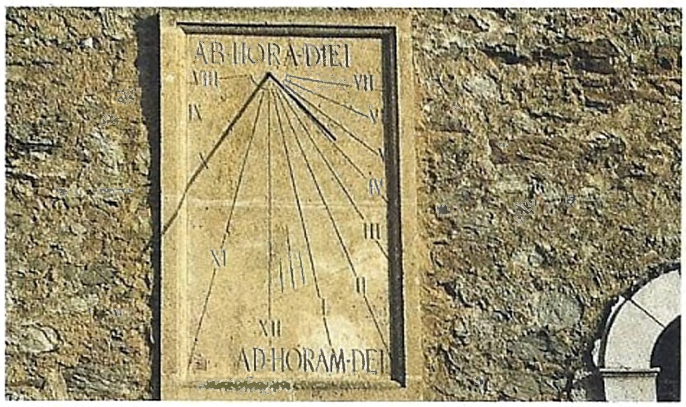
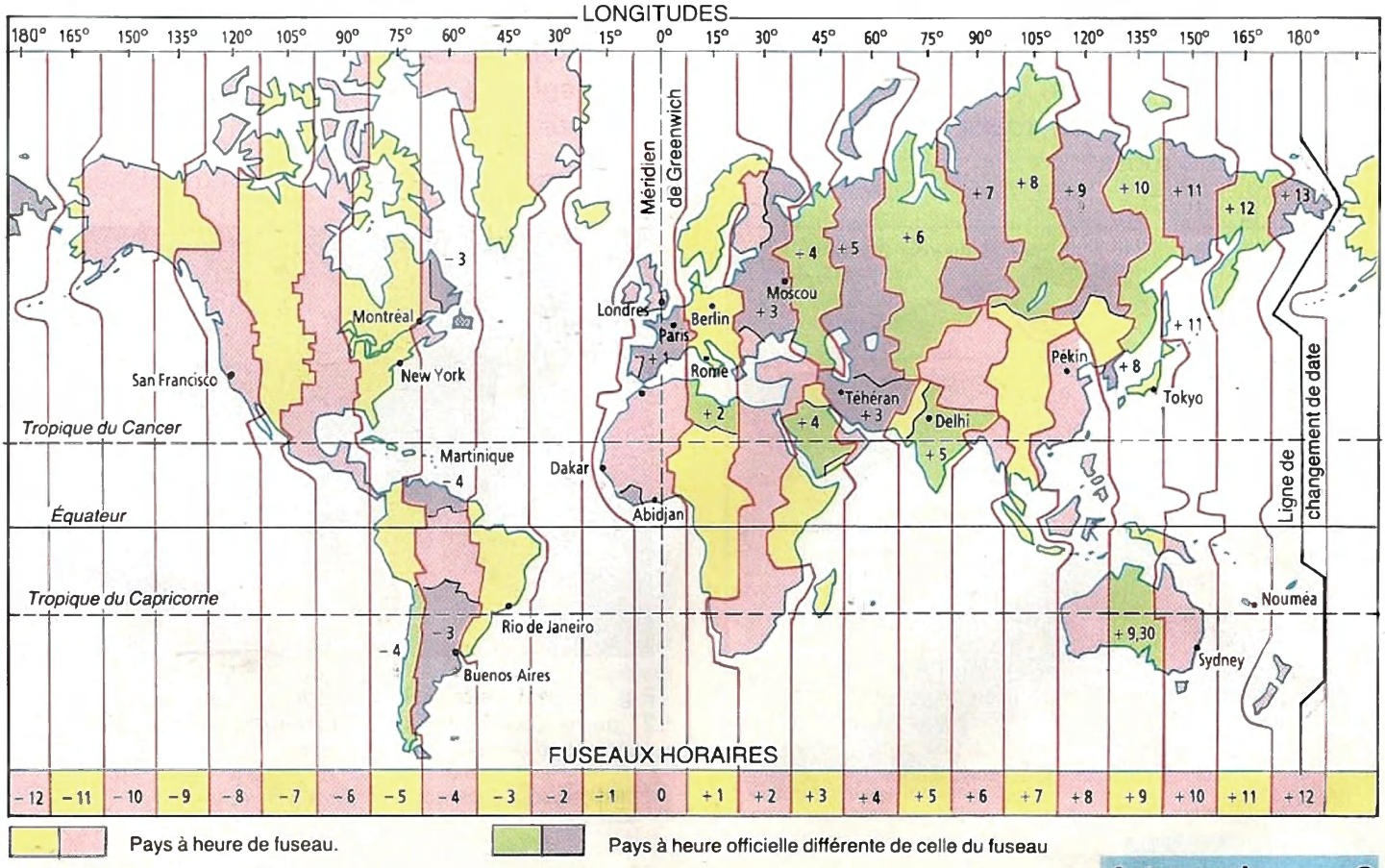


Fig. 5 Cadran solaire à Bormes (Var). Il indique 10 heures au Soleil. C'est l'été.

6 L'HEURE LÉGALE

Fig. 6 Carte des fuseaux horaires.
Elle donne l'heure légale dans les principaux pays, à partir de l'heure solaire de Londres (temps universel).



4 MOUVEMENT DE LA TERRE AUTOUR DU SOLEIL

1 DURÉE DES JOURS ET DES NUITS

— Observe la figure 1. Que montre-t-elle ?
— Recherche sur le calendrier des Postes à quelles dates au cours de l'année le Soleil :
- se lève le plus tôt ? le plus tard ?
- se couche le plus tôt ? le plus tard ?

— Calcule la durée du jour le plus long de l'année.

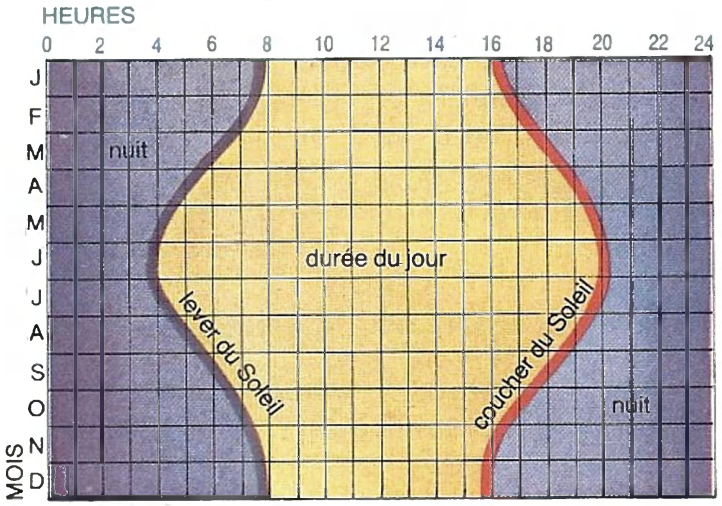


Fig. 1 Variation annuelle de l'heure de lever et de coucher du Soleil à Paris (heure solaire). Que dire de la durée du jour et de la nuit ?

2 EXPÉRIMENTONS POUR COMPRENDRE

— Simule avec la maquette le mouvement annuel de la Terre autour du Soleil (la lampe, fig. 2). L'axe de la maquette n'est pas perpendiculaire à la table, mais reste parallèle à sa direction de départ. Note le sens des flèches.
— La Terre parcourt le cercle en un an environ. Combien de tours sur elle-même effectue-t-elle alors ?

3 ÉQUINOXES ET SOLSTICES

— Enfonce une épingle sur la boule à la latitude de Paris. Compare le temps que passe à la lumière ou à l'ombre la tête de l'épingle, quand la boule effectue un tour sur elle-même :
- aux équinoxes (fig. 3).
- au solstice de juin (fig. 4).
- au solstice de décembre (fig. 5).

— Conclus.

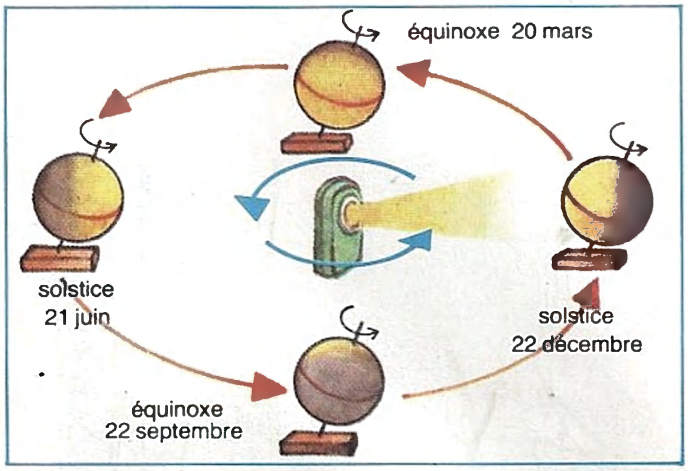


Fig. 2 Maquette de la Terre, pôle Nord en haut. L'axe incliné sur le socle est toujours dirigé vers le même point du plafond. La maquette décrit un cercle autour de la lampe. Celle-ci tourne pour maintenir la maquette éclairée.

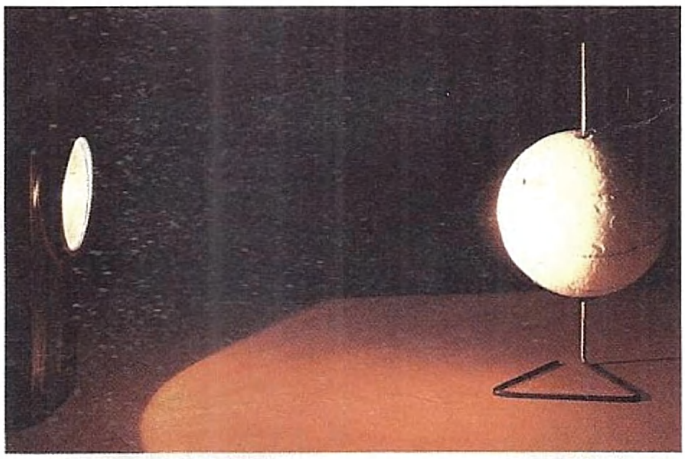


Fig. 3 Maquette éclairée comme la Terre le 20 ou 21 mars (équinoxe de printemps) ou le 22 ou 23 septembre (équinoxe d'automne).

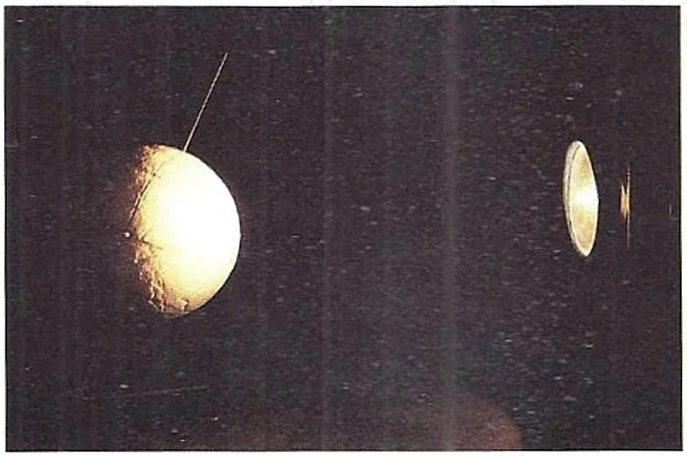


Fig. 4 Maquette éclairée comme la Terre le 21 ou 22 juin (solstice d'été).

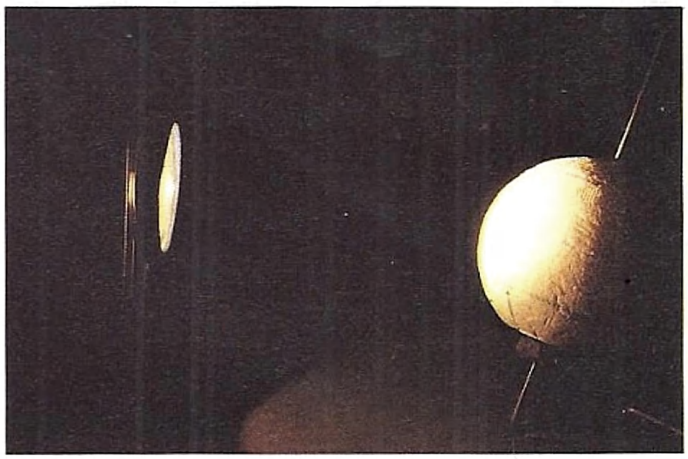


Fig. 5 Maquette éclairée comme la Terre le 21 ou 22 décembre (solstice d'hiver).

4 COURSE APPARENTE DU SOLEIL DANS LE CIEL

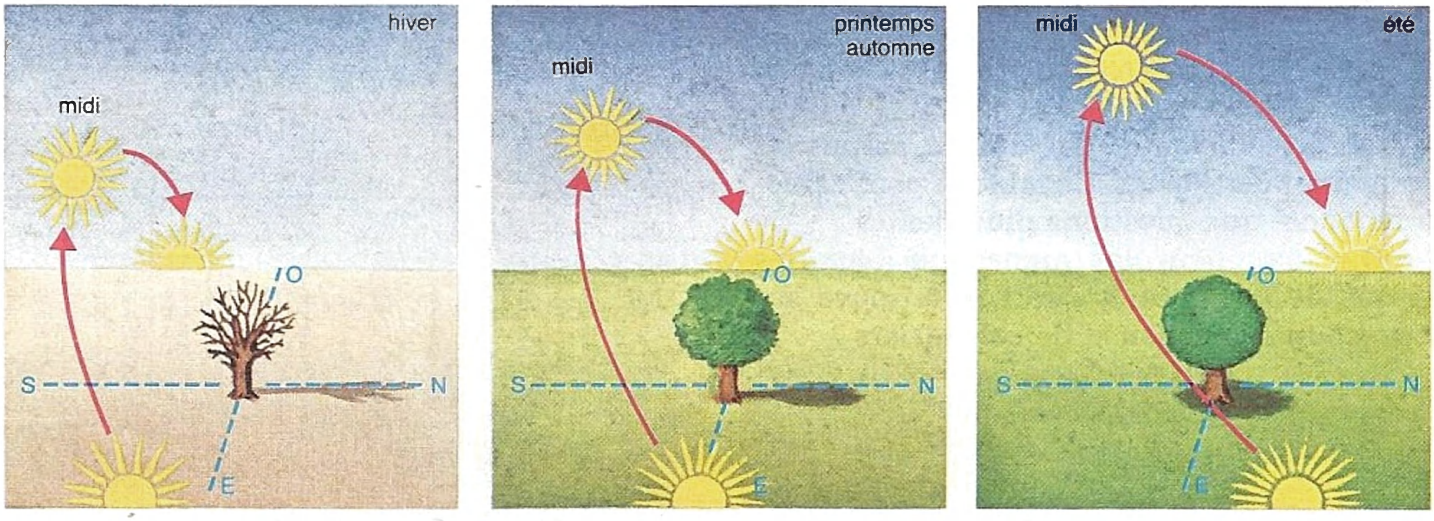


Fig. 6 Compare, suivant les saisons, la position du Soleil, à la culmination; à son lever; à son coucher. Que changerais-tu sur ces dessins si tu habitais en Australie ?

PISTES DE RECHERCHE

Enfonce l'épingle verticalement en d'autres endroits du globe et expérimente comme au paragraphe 3.

1 *Que peux-tu dire sur la durée des jours et des nuits près du pôle Nord; près du pôle Sud; près de l'Équateur ?*

2 *Le zénith, pour l'endroit où tu habites, est le point du ciel juste à la verticale au-dessus de toi. Que peux-tu dire de l'ombre de l'épingle verticale quand le Soleil passe à son zénith ? Le Soleil passe-t-il au zénith dans l'endroit où tu habites ? Y passe-t-il dans d'autres régions du monde ? Quand ?*

3 *Recherche à quoi correspondent les lignes de notre globe que l'on appelle tropiques et cercles polaires.*

Latitude	Durée du jour le plus long	Durée du jour le plus court
0° (Équateur)	12 h	0 h 0
30° (Le Caire)	13 h 56 mn	10 h 4 mn
45° (Bordeaux)	15 h 26 mn	8 h 34 mn
60° (Leningrad)	18 h 30 mn	5 h 30 mn
66° 1/2 à 90° (Cercle polaire)	24 h	24 h

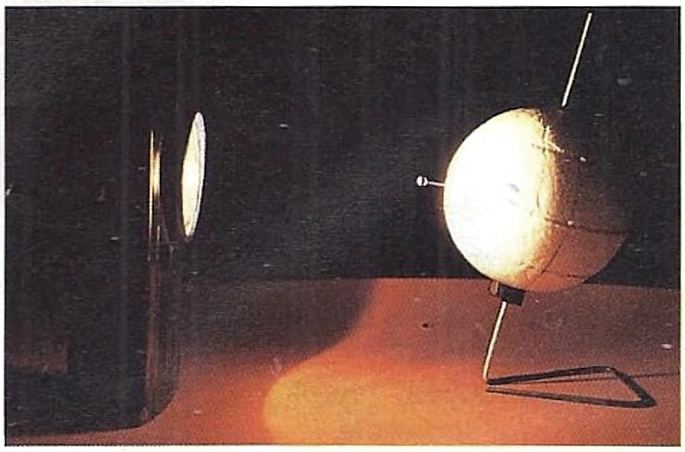


Fig. 7 D'autres expériences au sujet du zénith.

5 LA LUNE, COMPAGNE DE LA TERRE

1 OBSERVONS

Tu as souvent observé la Lune. Ce soir, elle a par exemple l'aspect de la figure 1. Peux-tu dire :
— où sera la Lune demain à la même heure ?
— quelle sera sa forme ?
— et après-demain ? et plus tard ?

Fig. 1 Aspect du couchant au crépuscule un soir où la Lune et Vénus étaient présentes dans le ciel (France métropolitaine).

2 SUR LE CALENDRIER

— Observe ci-contre un tableau extrait du calendrier des Postes. Ce tableau peut t'aider à répondre aux questions précédentes.
— Que signifient les signes ou bien les lettres de la figure 3, que l'on retrouve sur beaucoup d'agendas et de calendriers ?

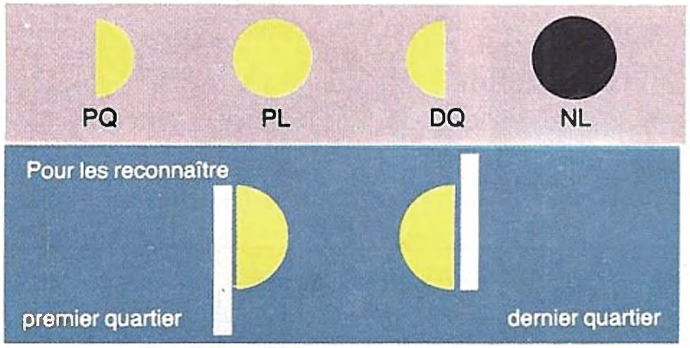


Fig. 3 Signes ou lettres figurant sur les agendas les phases de la Lune et indications pour reconnaître les quartiers.

septembre 9 — D. Q. le 7, à 12 h 16 — P. Q. le 21, à 11 h 03 — N. L. le 14, à 19 h 20 — P. L. le 29, à 0 h 09

octobre 10 — D. Q. le 7, à 5 h 05 — P. Q. le 20, à 20 h 13 — N. L. le 14, à 4 h 34 — P. L. le 28, à 17 h 38

SOLEIL lever	SOLEIL coucher	JOURS	LUNE lever	LUNE coucher		SOLEIL lever	SOLEIL coucher	JOURS	LUNE lever	LUNE coucher	
5 8	18 32	1 D	19 38	7 2		5 51	17 29	1 M	18 28	8 13	
5 10	18 30	2 L	19 52	8 10		5 53	17 26	2 M	18 46	9 21	
5 11	18 28	3 M	20 6	9 17		5 54	17 24	3 J	19 9	10 30	
5 13	18 26	4 M	20 23	10 25		5 56	17 22	4 V	19 38	11 38	
5 14	18 24	5 J	20 43	11 34		5 57	17 20	5 S	20 17	12 43	
5 16	18 21	6 V	21 8	12 43		5 59	17 18	6 D	21 8	13 41	
5 17	18 19	7 S	21 41	13 50	☾	6 0	17 16	7 L	22 10	14 30	☾
5 18	18 17	8 D	22 25	14 54		6 2	17 14	8 M	23 23	15 8	
5 20	18 15	9 L	23 22	15 49		6 3	17 12	9 M		15 38	
5 21	18 13	10 M		16 35		6 5	17 10	10 J	0 41	16 2	
5 23	18 11	11 M	0 31	17 10		6 6	17 8	11 V	2 3	16 22	
5 24	18 9	12 J	1 49	17 38		6 8	17 6	12 S	3 26	16 40	
5 25	18 7	13 V	3 11	18 0		6 9	17 4	13 D	4 51	16 57	
5 27	18 5	14 S	4 34	18 20	●	6 11	17 2	14 L	6 18	17 16	●
5 28	18 3	15 D	5 58	18 37		6 12	17 0	15 M	7 46	17 37	
5 30	18 0	16 L	7 23	18 55		6 14	16 58	16 M	9 17	18 4	
5 31	17 58	17 M	8 49	19 14		6 15	16 56	17 J	10 46	18 40	
5 33	17 56	18 M	10 16	19 37		6 17	16 54	18 V	12 7	19 29	
5 34	17 54	19 J	11 42	20 7		6 18	16 52	19 S	13 13	20 31	
5 35	17 52	20 V	13 5	20 46		6 20	16 50	20 D	14 2	21 43	
5 37	17 50	21 S	14 19	21 38	☽	6 21	16 48	21 L	14 38	23 0	☽
5 38	17 48	22 D	15 17	22 42		6 23	16 47	22 M	15 4		
5 40	17 45	23 L	16 1	23 55		6 24	16 45	23 M	15 23	0 16	
5 41	17 43	24 M	16 33			6 26	16 43	24 J	15 39	1 29	
5 43	17 41	25 M	16 57	1 11		6 28	16 41	25 V	15 53	2 39	
5 44	17 39	26 J	17 16	2 26		6 29	16 39	26 S	16 7	3 47	
5 45	17 37	27 V	17 31	3 39		6 31	16 38	27 D	16 20	4 55	
5 47	17 35	28 S	17 45	4 49		6 32	16 36	28 L	16 35	6 2	☺
5 48	17 33	29 D	17 59	5 57	☺	6 34	16 34	29 M	16 52	7 10	
5 50	17 31	30 L	18 12	7 5		6 36	16 32	30 M	17 13	8 19	
						6 37	16 31	31 J	17 40	9 28	

Fig. 2 Levers et couchers du Soleil et de la Lune à Paris en T.U. (1985).

3 LA LUNAISON

Expérimente pour comprendre (fig. 4). Observe la boule éclairée en tournant autour d'elle. Tu peux reconnaître les phases de la Lune.
— Dans quel sens faut-il tourner pour les retrouver dans l'ordre du calendrier ?
— Cherche sur le calendrier le temps qui sépare deux phases successives.
— Compte sur le calendrier combien de jours séparent une pleine Lune et la suivante. C'est la **lunaison,** temps que met la Lune pour décrire son cycle.

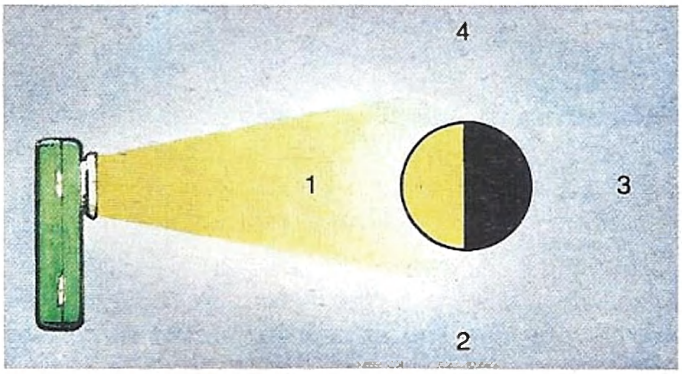


Fig. 4 Une boule blanche (ou une balle ou une pomme) éclairée par une lampe figure la Lune éclairée par le Soleil.

4 LA LUNE, SATELLITE DE LA TERRE

En réalité, la Lune tourne autour de la Terre. Elle fait un tour dans une lunaison, ce qui explique ses différentes apparences.

— Recherche avec la boule éclairée (fig. 4), dans quel sens la Lune tourne autour de nous. Compare au sens de rotation de la Terre.

L'**orbite** qu'elle décrit ressemble à un cercle dont le rayon est proche de 400 000 km. C'est la force d'attraction de la Terre (force de **gravitation**) qui maintient la Lune sur cette orbite.

— Sur la figure 5, compare le diamètre de l'orbite lunaire au diamètre du Soleil. Cela te donne une idée de l'énormité du Soleil.

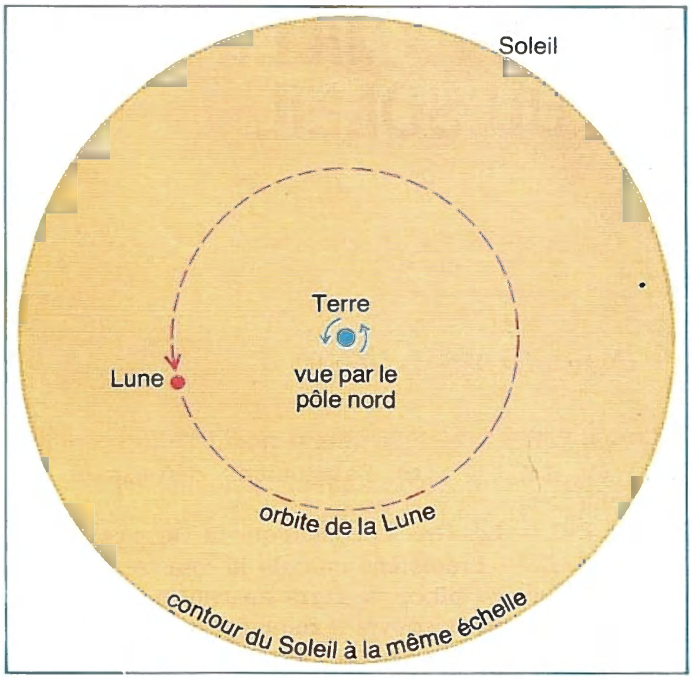


Fig. 5 Dimensions comparées. Rayon du cercle représentant le Soleil : 700 000 km; la Terre : 6 400 km; la Lune : 1 700 km; l'orbite lunaire : 380 000 km.

5 LES MARÉES

Importantes sur les côtes de l'Atlantique et de la Manche, les marées sont beaucoup plus faibles en Méditerranée où elles passent inaperçues.

Fig. 6 Petit port breton à marée haute.

Fig. 7 Le même port à marée basse.

6 LES SATELLITES ARTIFICIELS

La Lune est un **satellite** naturel de la Terre. Les hommes ont lancé et continuent de lancer, grâce à des fusées, des satellites artificiels de la Terre. La force de gravitation les maintient, comme la Lune, sur leur orbite.

— Observe la figure 8. Les satellites géostationnaires paraissent immobiles à un observateur terrestre. Explique comment cela est possible.

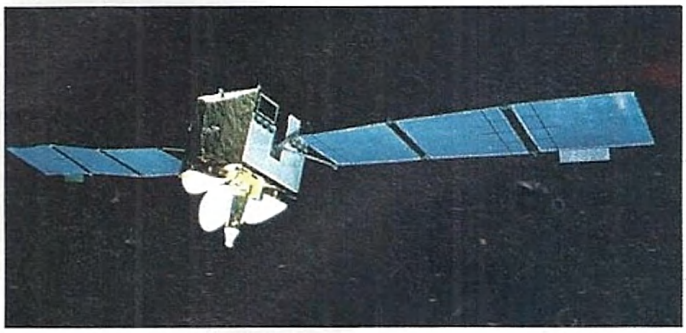


Fig. 8 Satellite géostationnaire Télécom 1. Ce satellite alimenté par des batteries solaires est destiné à transmettre des communications et des programmes de télévision.

6 LA FAMILLE DU SOLEIL

1 QUELQUES DATES

4000 av. J.-C. — Les Égyptiens créent l'année solaire.
3000 av. J.-C. — Les Babyloniens définissent des constellations.
500 av. J.-C. — Les Grecs pensent que la Terre est ronde.
220 av. J.-C. — Ératostène calcule le tour de la Terre.
150. — Ptolémée place la Terre au centre du monde.
1530. — Copernic découvre le mouvement des planètes.
1610. — Galilée découvre les satellites de Jupiter.
1687. — Newton explique le mouvement des planètes par l'attraction universelle.
1781. — Découverte d'Uranus.
1846. — Découverte de Neptune.
1930. — Découverte de Pluton.
1957. — Lancement de *Spoutnik,* premier satellite artificiel de la Terre.
1969. — Deux hommes, Aldrin et Armstrong, marchent sur la Lune.
1973. — La sonde *Mariner* photographie Mercure et Vénus.
1976. — La sonde *Viking* photographie Mars.
1979-80-81. — Les sondes *Voyager* photographient Jupiter et Saturne.

2 LES PLANÈTES DU SOLEIL

Observe la figure 1. Elle montre les neuf planètes qui gravitent, comme la Terre, autour du Soleil; elles sont « retenues » à lui par les cordons invisibles de la force de gravitation.

— Quelles planètes sont plus proches du Soleil que la Terre ?

— Fais une remarque au sujet du sens dans lequel elles tournent autour du Soleil et sur elles-mêmes.

— Fais une remarque au sujet de leur distance et de leur « année » (temps mis pour parcourir l'orbite).

— Dans le modèle réduit au milliardième, (page 112), où la Terre était placée à 150 m du Soleil, où placerais-tu Jupiter, Saturne ?

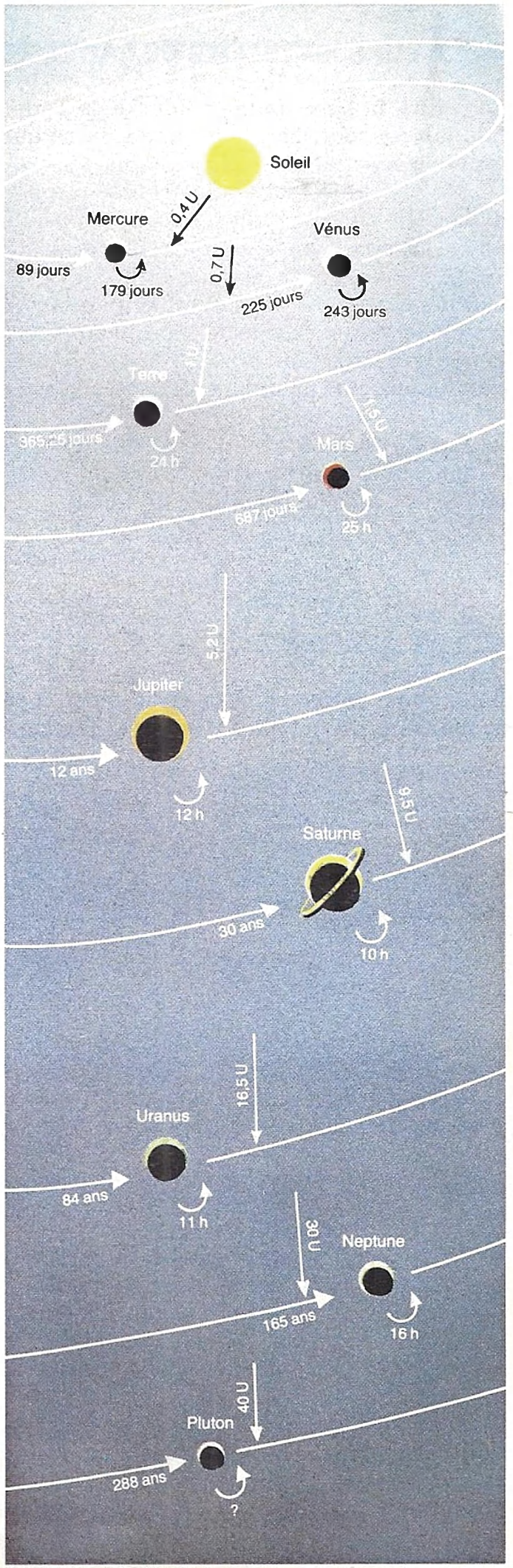


Fig. 1 Les planètes du Soleil. Le dessin indique :
— leur distance moyenne du Soleil. U est la distance de la Terre au Soleil, soit : 150 millions de km.
— la durée de leur « année » en jours et ans terrestres.
— la durée de leur « jour » en heures et jours terrestres.

3 DIMENSIONS COMPARÉES

Le diamètre de Jupiter vaut 11 fois celui de la Terre.
— Dans le modèle réduit au milliardième (page 112), quelle grosseur aurait-il et à quelle distance graviterait-il autour de la bouée figurant le Soleil ?

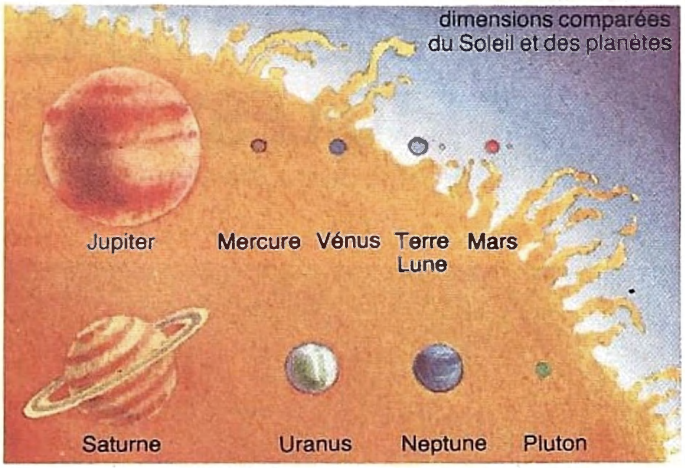


Fig. 2 Dimensions comparées du Soleil et des planètes. Les astres sont dessinés à la même échelle, sauf les satellites.

4 QUATRE PLANÈTES FACILES À OBSERVER

a) Vénus, appelée aussi « Étoile du Berger », est l'astre le plus brillant du ciel après le Soleil et la Lune. On la voit, pendant neuf mois, le matin au levant, puis, pendant neuf mois, le soir au couchant.
— Explique à l'aide de la figure 1 les changements d'aspect et de grosseur apparente de Vénus (fig. 3).

Fig. 3 Différents aspects de Vénus, l'Étoile du Berger, observée avec une lunette ou de bonnes jumelles.

b) Mars, la « planète rouge », a beaucoup de ressemblance avec la Terre et on a longtemps pensé qu'il pouvait être habité. Mars a deux satellites, deux lunes, qui gravitent autour de lui.
— Explique pourquoi, vu de la Terre, Mars n'a pas les différents aspects de Vénus, mais peut changer beaucoup d'éclat.

c) Jupiter, la planète géante, a autant d'éclat que Sirius. Avec des jumelles, on peut voir plusieurs de ses satellites (fig. 4).

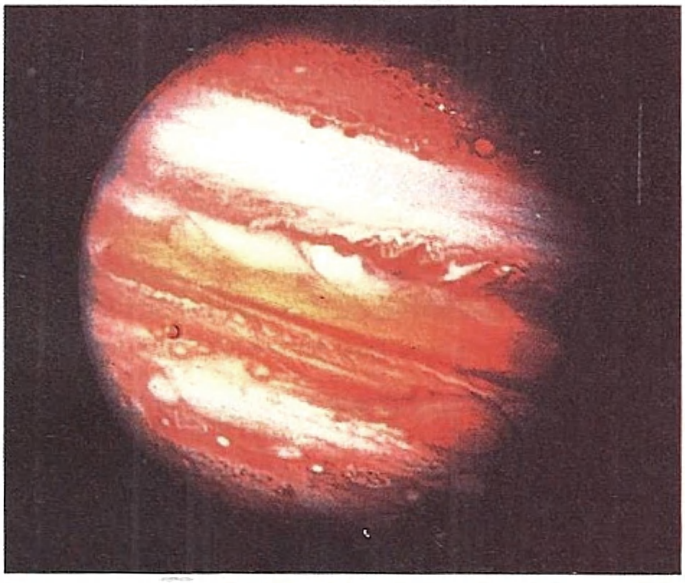


Fig. 4 Jupiter, la planète géante.

d) Saturne, un peu moins brillant que Jupiter, est un très bel objet céleste à cause de ses anneaux. On peut les observer avec une lunette ou un petit télescope (fig. 5). Ils sont formés de débris, de poussières gravitant autour de lui. Il a aussi 9 satellites.

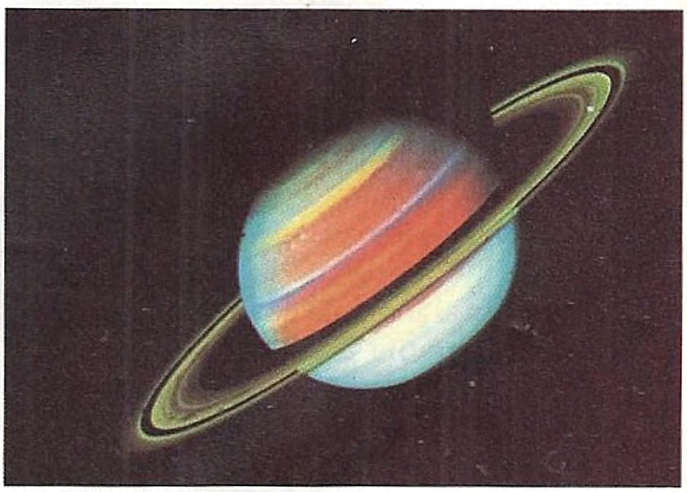


Fig. 5 Saturne et ses anneaux, la merveille du ciel.

7 CONSTELLATIONS ET ÉTOILES

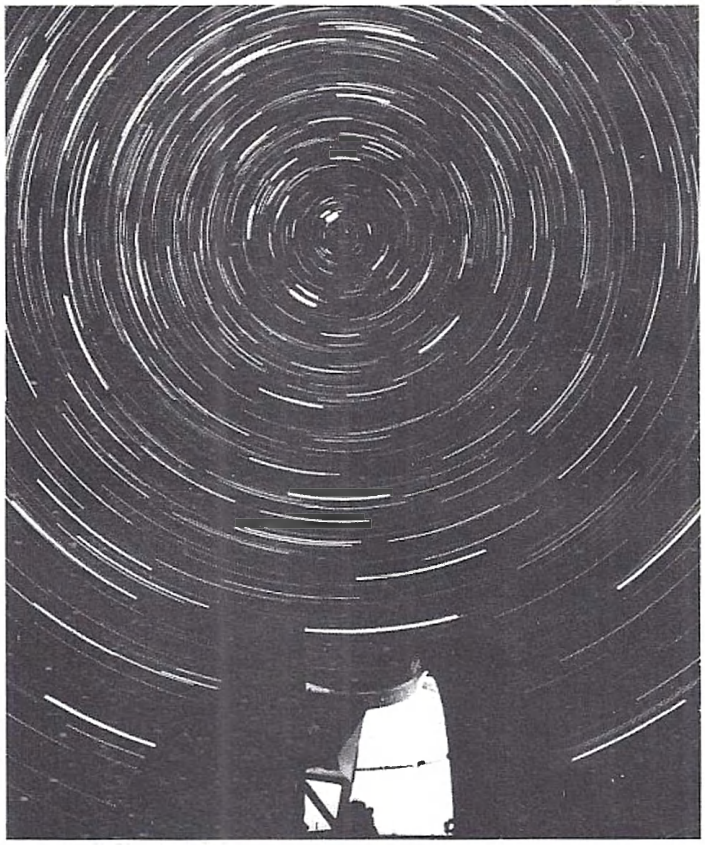


Fig. 1 Photographie du ciel nocturne prise en France métropolitaine. L'appareil est resté ouvert plus d'une heure.

1 MOUVEMENT APPARENT DES ÉTOILES

— Explique l'aspect de la photographie (fig. 1).
— Quelle étoile a donné la trace la plus proche du centre ?

2 UN BON REPÈRE DANS LE CIEL

— Cherche la Grande Ourse dans le ciel : c'est une très belle constellation, visible toute l'année. On l'appelle aussi Grand Chariot et même, en Chine, Casserole ! Le timon du chariot est la queue de la casserole.
— Prolonge, de 5 fois sa longueur, le trait qui joint les 2 étoiles à l'arrière du chariot. Tu aboutis à l'étoile Polaire, premier cheval du Petit Chariot. C'est une réplique du Grand Chariot mais un peu moins lumineuse. L'ensemble tourne autour de la Polaire d'un tour en 24 heures et d'un tour chaque année.
— A l'aide de la figure 2, prévois la position de la Grande Ourse ce soir à 21 h. A 21 h 30. A 20 h 30 ?
— Pendant quel mois de l'année voit-on, à 21 h, le ciel semblable à celui de la figure 3 ?

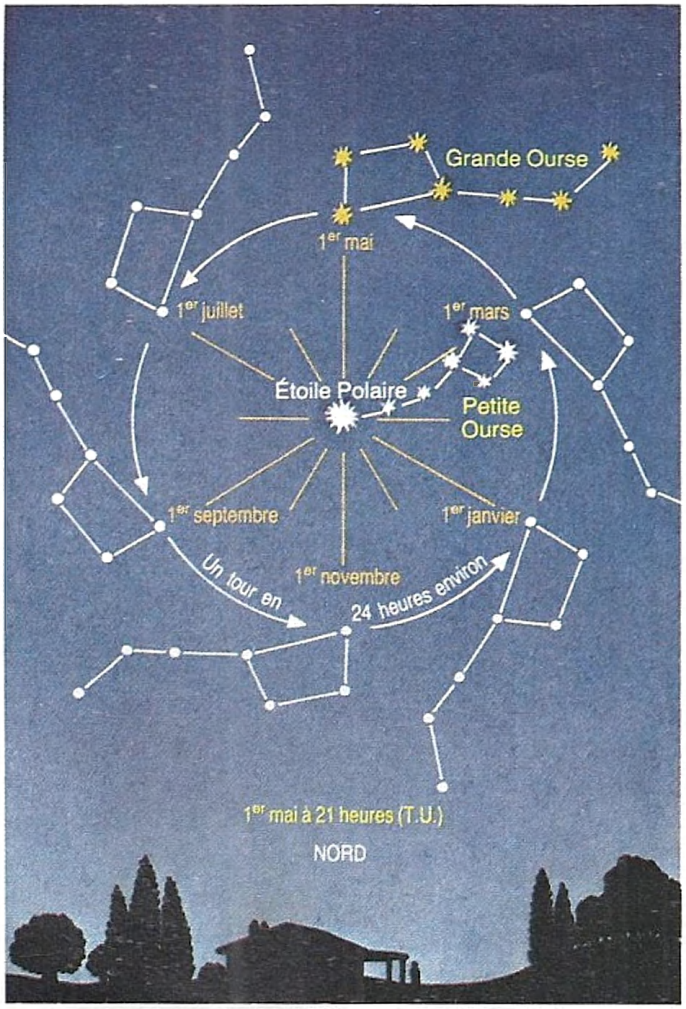


Fig. 2 La Grande Ourse à 21 heures (heure du Soleil) à deux mois d'intervalle.

3 D'AUTRES CONSTELLATIONS

— Par des alignements, tu peux trouver d'autres constellations.
— Cherche la position de la Grande Ourse le jour de ton observation (fig. 2).
— Fais tourner ensuite la figure 3 pour placer la Grande Ourse dans cette position.
— Cherche, par les alignements, d'autres étoiles.

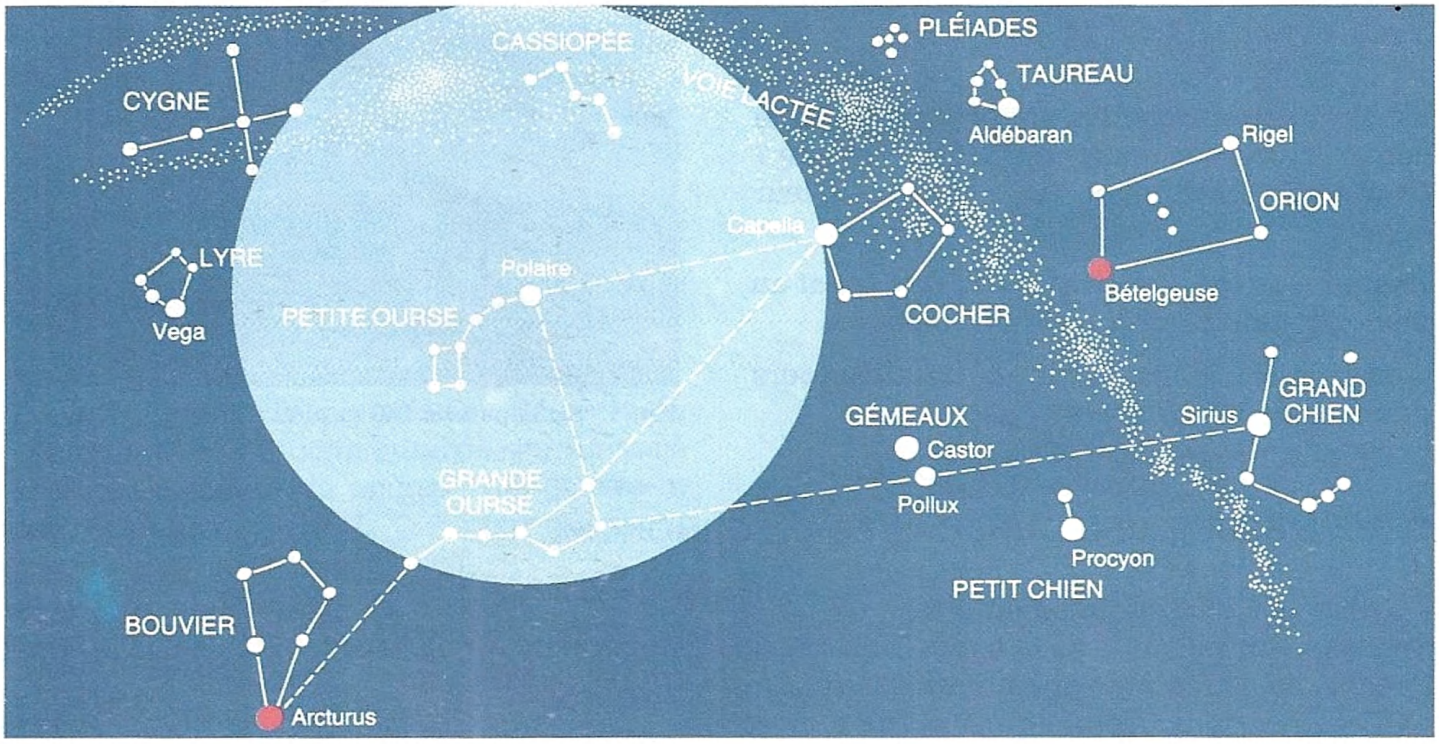


Fig. 3 Une partie de la carte du ciel où l'on trouve de belles constellations. Toutes ne sont pas visibles en même temps. Dans le cercle, les étoiles visibles toute l'année à Paris.
Cherche, par alignements, à partir de la *Grande Ourse,* l'Étoile Polaire *(Petite Ourse),* Sirius *(Grand Chien),* l'étoile la plus brillante du ciel, Pollux et Castor *(Gémeaux),* Procyon *(Petit Chien),* Capella *(Clocher),* Vega *(Lyre).*

4 LE CIEL AU COURS DE L'ANNÉE

— Explique à l'aide de la figure 4, pourquoi l'aspect du ciel change au cours de l'année.
— Quelle constellation cache le Soleil au début de janvier ? Au début de juillet ?
— Pourquoi les planètes et la Lune paraissent -elles suivre dans le ciel le chemin du Soleil ?

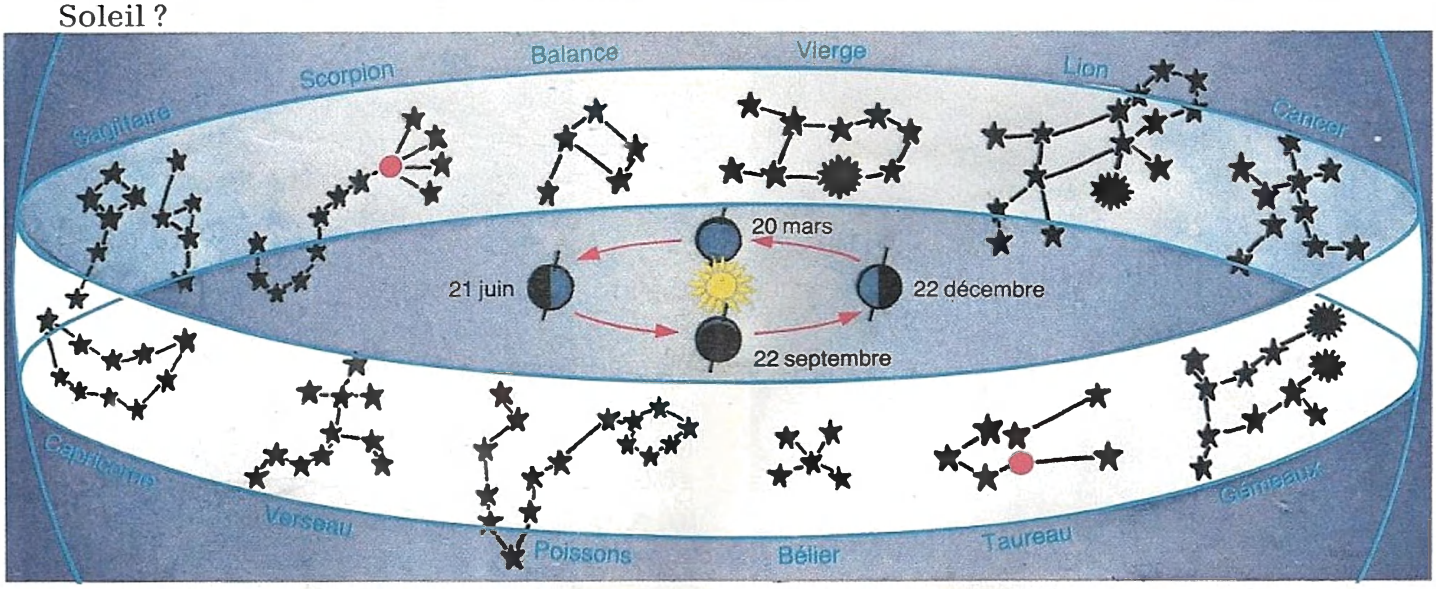


Fig. 4 Le zodiaque est l'ensemble des constellations parmi lesquelles paraissent toujours se déplacer le Soleil, la Lune et les planètes.

8 JE MESURE DES DURÉES

1 A VOS MARQUES, PRÊTS, PARTEZ !

Est-il important que les athlètes prennent le départ rigoureusement au même instant ? Pourquoi ? Avec quoi doit coïncider leur départ ?

Des actions qui débutent ou se terminent au même instant sont dites **simultanées.**

— Recherche dans la vie de tous les jours des actions simultanées.

Fig. 1 Un départ de 100 m plat.

2 JE MESURE UNE DURÉE AVEC UN CHRONOMÈTRE

Tu disposes d'un chronomètre.
— Comment mesures-tu le temps mis par ton camarade pour courir une distance de 300 m ? Précise les différentes opérations que tu effectues.
— Comment procéderais-tu avec une montre à aiguilles munie d'une trotteuse ? Compare les deux méthodes.
— Recherche des situations nécessitant la mesure de durées.

3 AUTRES MANIÈRES DE MESURER LE TEMPS ÉCOULÉ

avec une bougie
Observe la figure 2. Quels renseignements te fournit-elle ? Pourrais-tu calculer la durée de la combustion complète de la bougie ? Comment sont piquées les épingles sur la bougie (fig. 3) ? A quoi peuvent-elle servir ?

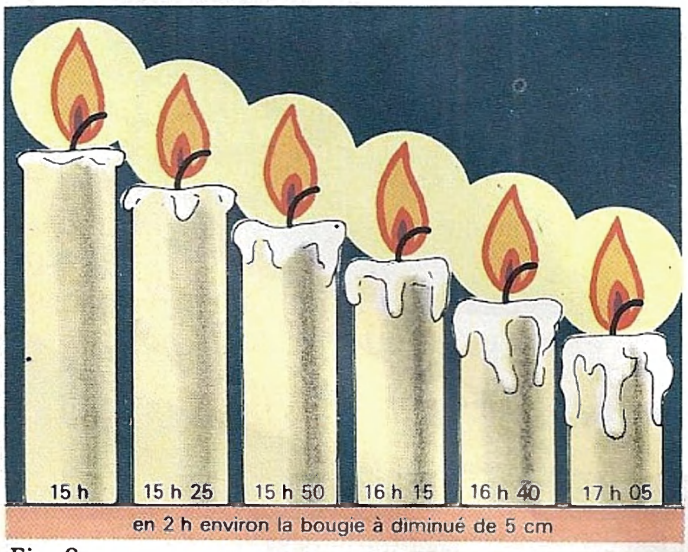


Fig. 2

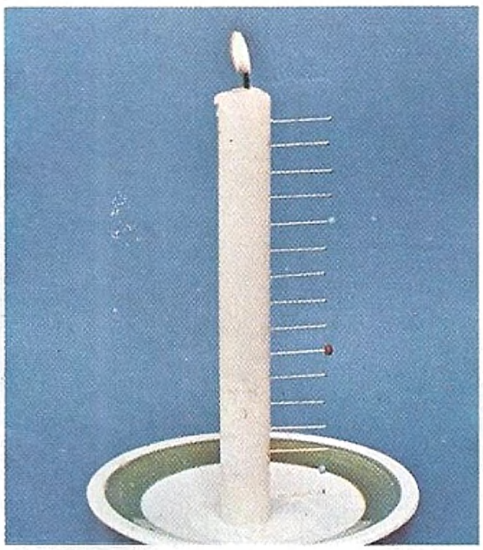


Fig. 3

avec un sablier (fig. 4)
Explique comment fonctionne un sablier. En quelles occasions l'utilise-t-on encore ? En te servant d'une montre, détermine la durée d'écoulement du sable.

avec un pendule appelé aussi balancier (fig. 5)
Détermine plusieurs fois la durée de dix va-et-vient pour chacun des deux balanciers. Compare les résultats que tu obtiens.

avec une clepsydre (fig. 6)
Les graduations correspondent aux heures. Les Égyptiens utilisaient les clepsydres la nuit. Pourquoi ? Que pouvaient-ils utiliser le jour ?

avec un plateau de tourne-disque (fig. 7)
Tu sais combien le plateau fait de tours en une minute en utilisant l'une de ses vitesses. Explique comment tu opères. Que penses-tu des résultats ?

Fig. 4

Fig. 5

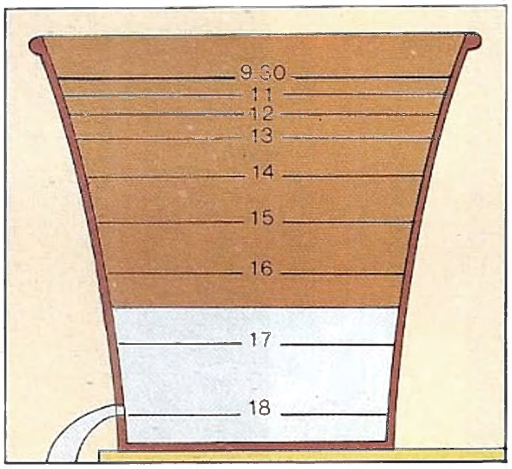


Fig. 6

Fig. 7

4 LES MONTRES D'AUJOURD'HUI

— Cite les différents types de montres-bracelets que tu connais.
— Quel est le rôle du remontoir ? Des aiguilles ?
— Par quoi a-t-on remplacé ces éléments sur certaines montres ? Ces montres ont-elles d'autres fonctions que l'affichage de l'heure ? Lesquelles ?
Dans les montres à ressort, la régulation est assurée par le *balancier* et l'*ancre* (page 116). Dans les montres à quartz, elle l'est par un cristal de quartz relié à une pile. Souvent aussi, l'heure est affichée directement sur la montre grâce à un système informatique.

Fig. 8 Une montre à quartz à affichage digital : l'heure est indiquée par des chiffres. Quelles informations ou services peut fournir cette montre ?

9 LES VOLCANS ET LE VOLCANISME

1 Une étrange montagne dans la campagne sicilienne : l'Etna.

2 Une coulée de lave du Mauna Loa, dans les îles Hawaii. Température de la lave : 1 145 °C. Vitesse de la coulée : 20 km/heure.

3 Le Kilauea dans les îles Hawaii (vue aérienne).

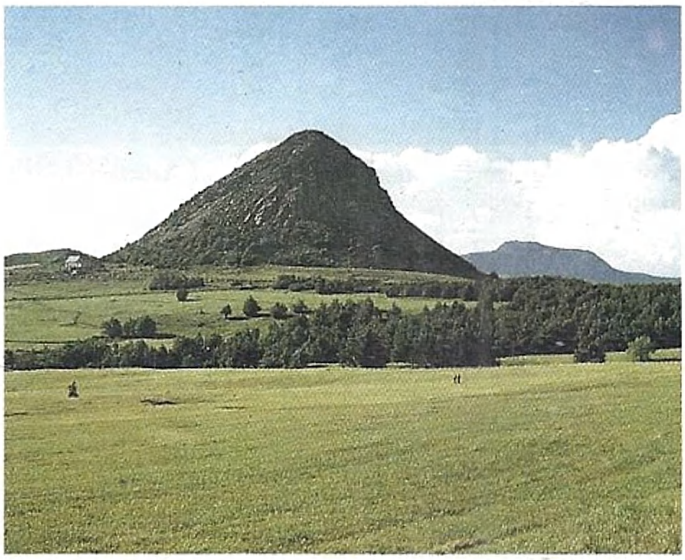
4 Le Stromboli (en Italie), la nuit.

5 Sur les pentes de l'Etna, après l'éruption.

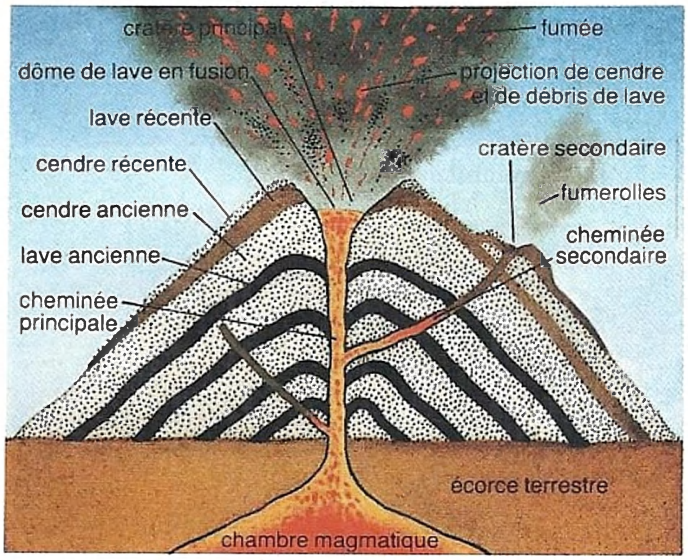
6 Une coulée de lave de l'Etna, à peine refroidie (au fond, le sommet et le cratère principal).

7 Des fumerolles sortant d'un petit cratère de l'Etna.

8 Un volcan dans l'Océan Atlantique, près de l'Islande.



9 En Haute-Loire, deux volcans éteints : le Mont Gerbier-de-Jonc et le Mézenc (au fond).



10 Coupe d'un volcan en éruption.

1 En quoi le volcan Etna est-il une montagne étrange ?

1-2-3-4-7-8-11 Différentes phases de l'activité des volcans. Essaie de les caractériser. (Les photographies prises la nuit te donnent une idée de la température des roches volcaniques au moment de l'**éruption.**)

2 Quelles sont les différentes parties du volcan après l'éruption ?

5 et **6** Décris l'aspect, la couleur des différentes roches volcaniques refroidies :

- en **5**, les roches ont été rejetées par une éruption comparable à la phase 4.

- en **6**, par une éruption comparable à la phase 2.

7 Les volcans rejettent aussi beaucoup de gaz très chauds, ce sont des mélanges de vapeur d'eau avec des sels minéraux dissous, de gaz soufrés, de gaz carbonique, etc., que l'on appelle *fumerolles*.

Après 123 années de sommeil, le volcan américain Mont Saint-Helens s'est réveillé le 27 mars 1980. Jusqu'au 18 mai, l'activité du volcan s'est traduite par des explosions, des émissions de cendres (débris volcaniques très fins), de vapeur d'eau et par de nombreux tremblements de terre...

Le 18 mai, vers 8 h 35 du matin, une formidable explosion a pulvérisé le sommet du volcan sur une hauteur de 425 mètres, envoyé des débris à 20 000 mètres d'altitude et créé un cratère de 3 kilomètres sur 1,5 kilomètre. D'après les premiers calculs, cette explosion a libéré une énergie égale à 500 bombes atomiques d'Hiroshima.

D'après *le Monde* du 28 mai 1980.

11 L'éruption du Mont Saint-Helens : l'énergie de 500 bombes atomiques en une seule explosion.

10 LES TREMBLEMENTS DE TERRE

1 En plein tremblement de terre.

2 Après le tremblement de terre de Mexico le 19 septembre 1985.

3 Après le tremblement de terre d'El Asnam (Algérie) octobre 1980.

A Mexico

Un habitant de Mexico raconte : « Il y a eu un énorme coup de tonnerre, puis on a vu les voitures aller d'avant en arrière, les lampadaires bouger sur leur socle et les gens tanguer comme s'ils étaient soûls ». (Dans le Nouvel Observateur du 23.9.85).

Avignon, la tour de l'angoisse

Au 8e étage, une habitante raconte : « C'était presque la fin du film sur TF1, le dimanche 19 février, tout a soudain bougé dans la maison, le lustre, le téléviseur. Avec mon mari, nous avons glissé avec notre fauteuil... Ça faisait comme un bruit de moteur de voiture. Ça n'a même pas duré une minute ». (*Le Provençal* du 21 février 1984).

4 Après les tremblements de terre de Mexico le 19 septembre 1985 et celui du 19 février 1984 en Provence

ECHELLE D'INTENSITE DES TREMBLEMENTS DE TERRE

(d'après Mercali)

Degré 1 : Les secousses sont enregistrées par des appareils spéciaux, les sismographes, mais personne ne les a ressenties.

Degré 2 : Les secousses sont ressenties par quelques personnes isolées.

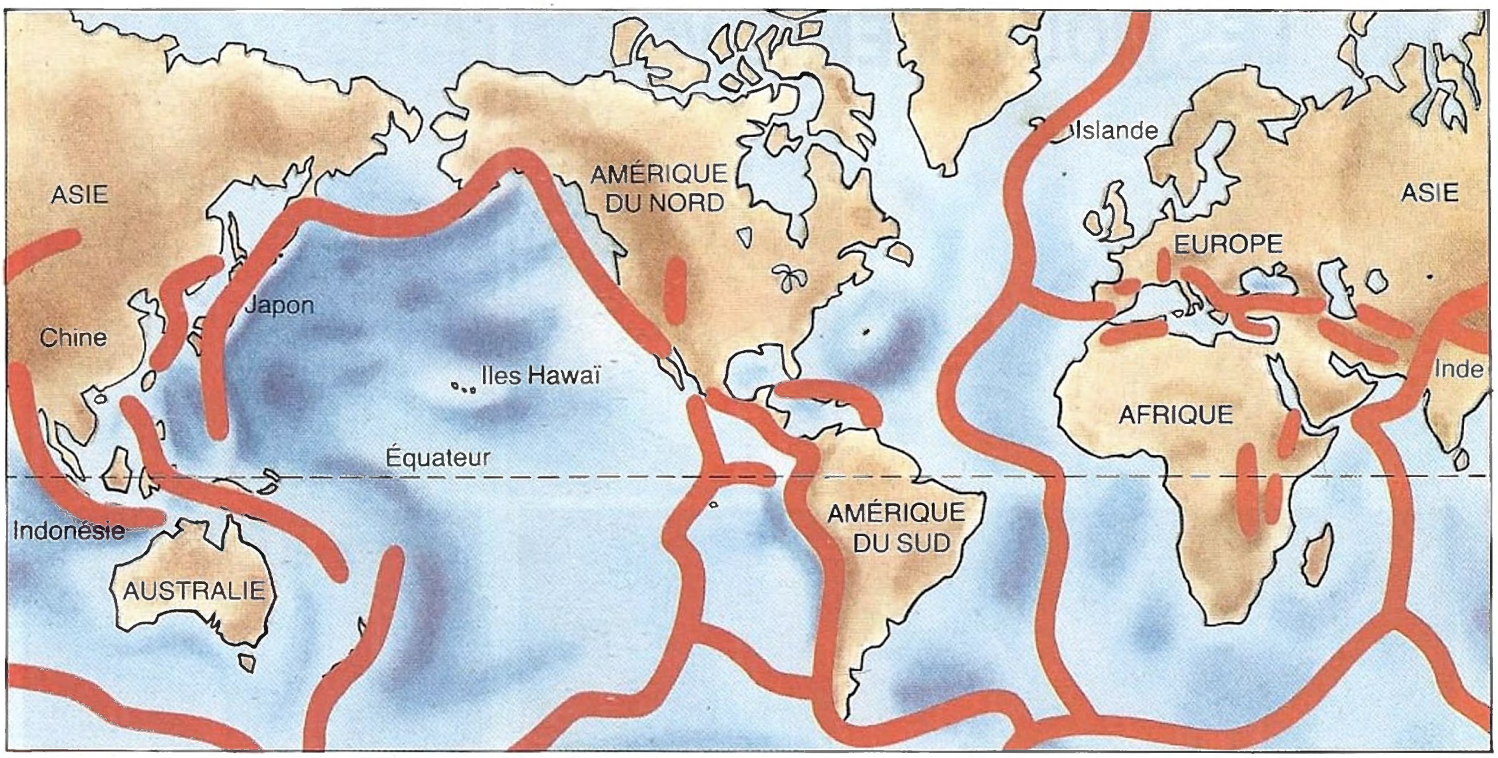
Degré 3 et **4 :** Les secousses sont ressenties par beaucoup de personnes à l'intérieur des maisons, la vaisselle vibre.

Degré 5 et **6 :** Les secousses sont ressenties par toute la population, les meubles sont ébranlés, les pendules s'arrêtent, mais les immeubles ne subissent pas de dégâts importants.

Degrés 7 à **9 :** Les dégâts sont de plus en plus importants : chute des cheminées **(7-8)**, puis destruction partielle ou totale de certains édifices peu solides **(9)**.

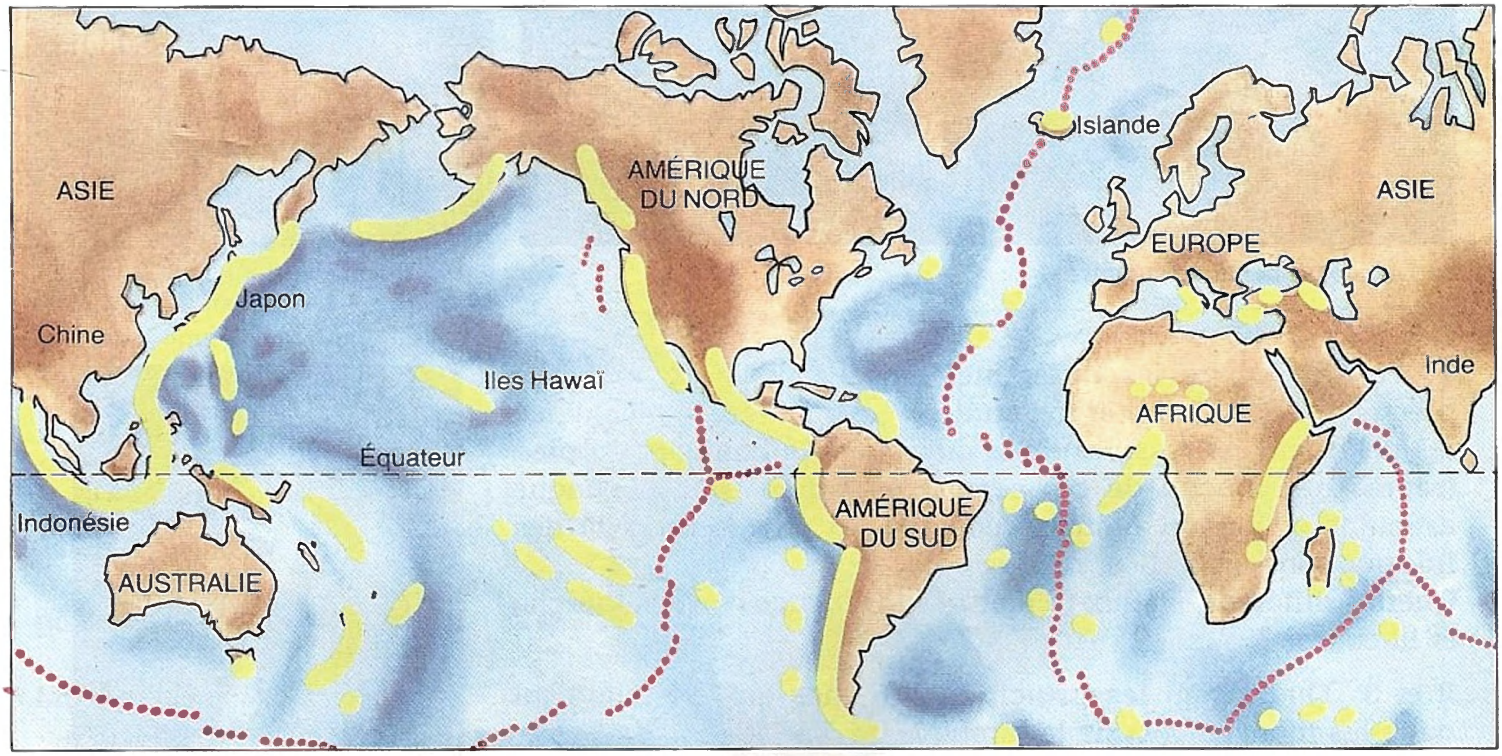
Degrés 10 à **12 :** Destructions catastrophiques, la plupart des maisons en pierre sont détruites, les conduites d'eau, de gaz sont rompues **(10)** des rails de chemin de fer sont tordus **(11)**. Il ne reste plus rien des constructions de l'homme **(12)**.

Grâce à cette échelle d'intensité, essaie de caractériser les effets d'un tremblement de terre, et de retrouver le degré d'intensité de ceux photographiés ou décrits en **1, 2, 3** et **4**.



Régions fracturées, touchées par des tremblements de terre plus ou moins fréquents.

5 Carte de répartition des tremblements de terre.



Zone de volcanisme actuel avec volcans visibles sur des continents ou sur des îles.

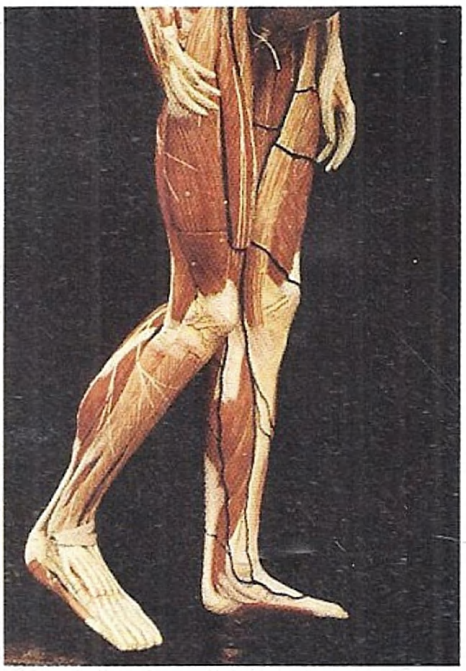
Zone de volcanisme sous-marin (le long des grandes fissures sous-marines)

6 Carte des régions volcaniques.

A l'aide d'un papier à décalquer, dessine la carte n° 2 et reporte-la sur la carte n° 1.
Que peux-tu dire sur la répartition géographique des volcans et des tremblements de terre ?

11 LES MOUVEMENTS VOLONTAIRES

1 Les mouvements de la course.



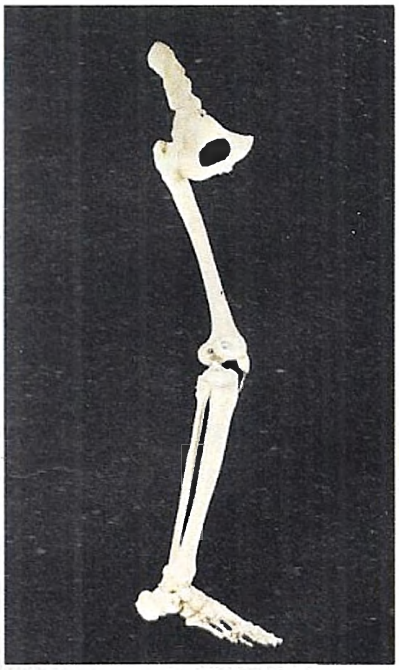
2 Les muscles de la jambe.

1 Peux-tu suivre les différentes phases de la course avec précision ? Pour faciliter ton étude, relève, à l'aide d'un calque, les positions successives de la cuisse, de la jambe et du pied (représente chacun de ces segments par un trait et chaque articulation par un point). Découvres-tu par ce procédé des informations nouvelles ?
Quelles différences peux-tu mettre en évidence entre la marche et la course ?

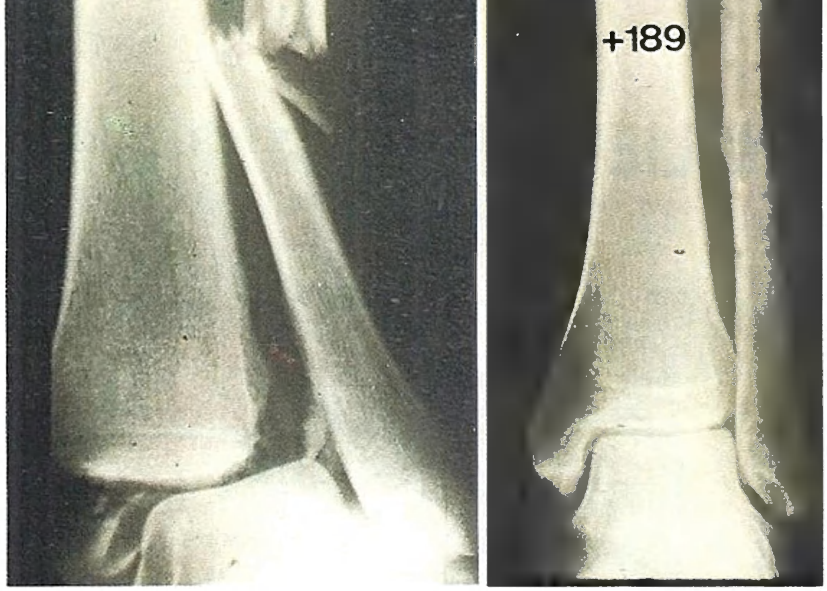
2 et **3** Quels sont les principaux organes qui interviennent dans les mouvements de la jambe ?

4 Que s'est-il passé au niveau des os ? Comment cela a-t-il pu se produire ?
Sais-tu comment l'on soigne et comment se guérit une fracture ? Informe-toi sur les autres accidents possibles du squelette.

5 Compare, chez cette personne, le volume des muscles des jambes, dont la gauche a été immobilisée pendant 25 jours après une fracture.

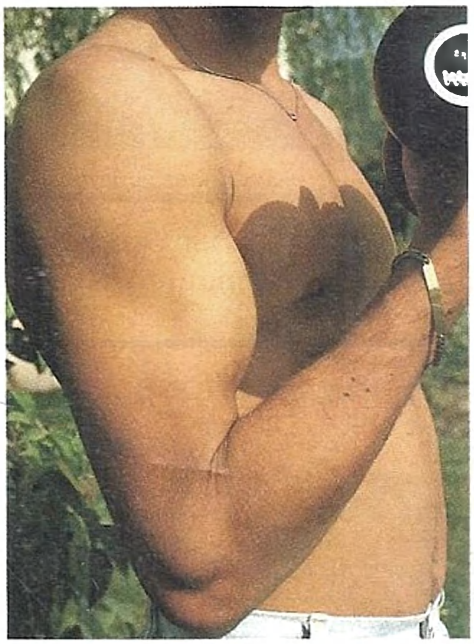


3 Le squelette de la jambe.

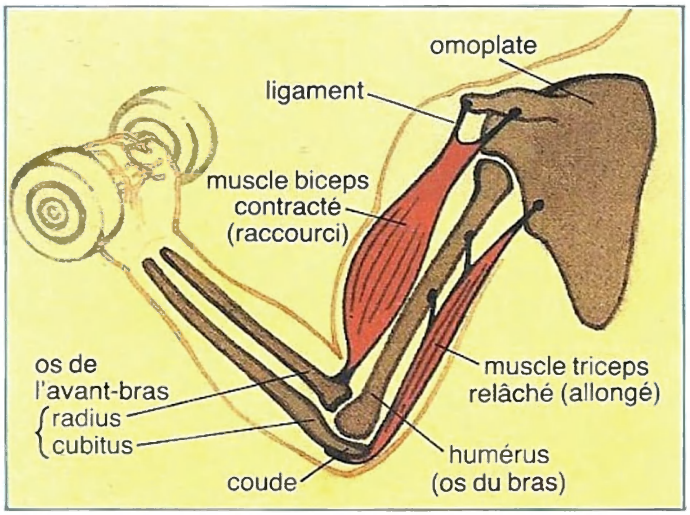


4 Radiographie d'une jambe fracturée, puis guérie.

5 Diminution du volume des muscles.



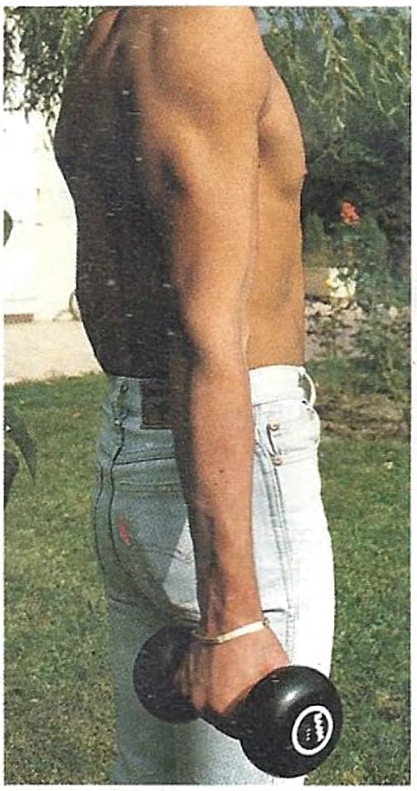
6a Avant-bras fléchi.



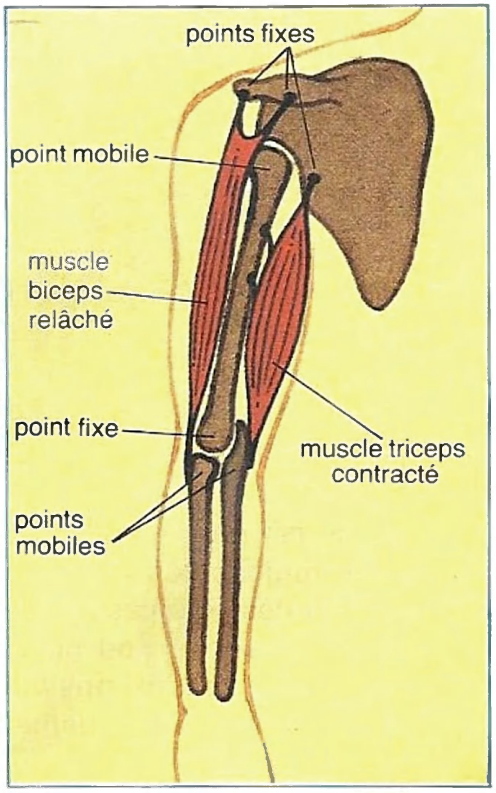
6b Analyse du mouvement de flexion.

6 a et **7 a** Décris ce qui se passe au cours de ces deux actions :
- mouvement de l'avant-bras par rapport au bras;
- changement de la forme des muscles;
- rôle des muscles, et des os.

Aide-toi des schémas 6 b et 7 b.



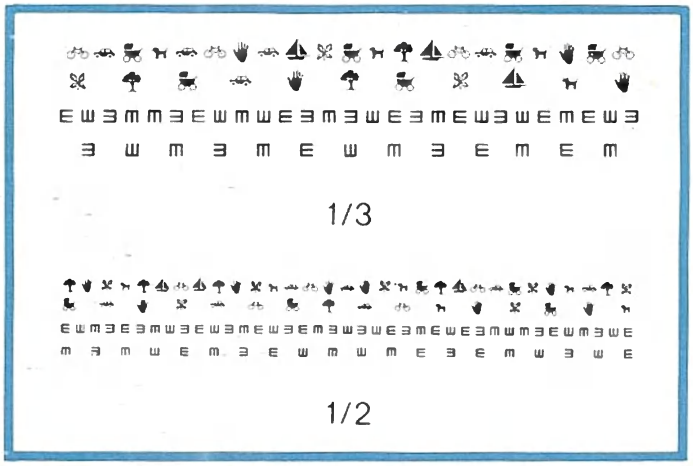
7a Avant-bras tendu.



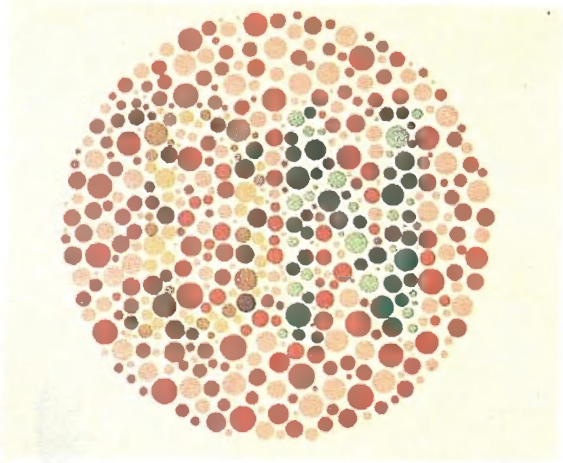
7b Analyse du mouvement d'extension.

12 PERCEVOIR SON MILIEU ET AGIR

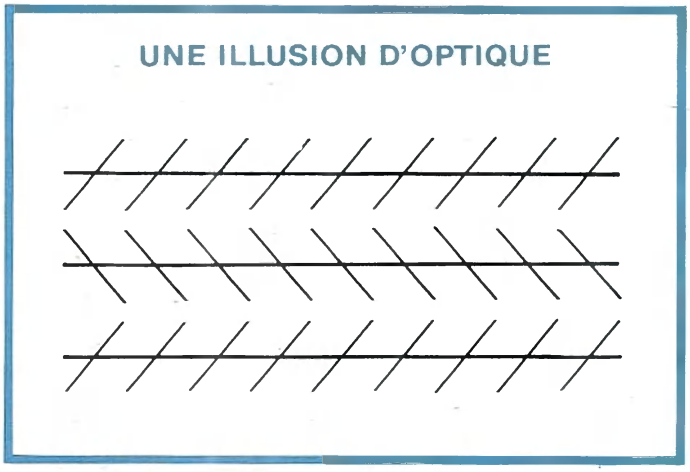
1 Avec un seul œil, l'information est incomplète et moins précise.



2 Un test sur la finesse de notre vue.



3 Un test sur la vision des couleurs.



4 Une illusion visuelle.

1 Que peux-tu conclure sur l'importance d'avoir deux yeux ?

2 Recherche dans quelles conditions tu ne vois plus les signes de ce document.

3 Si ta vue est normale, tu dois distinguer deux lettres majuscules au milieu des taches colorées : quelles sont ces lettres ? Si tu n'en vois qu'une, dis-le à ton maître et à tes parents, car tu peux avoir une anomalie de la vision des couleurs *(daltonisme).*

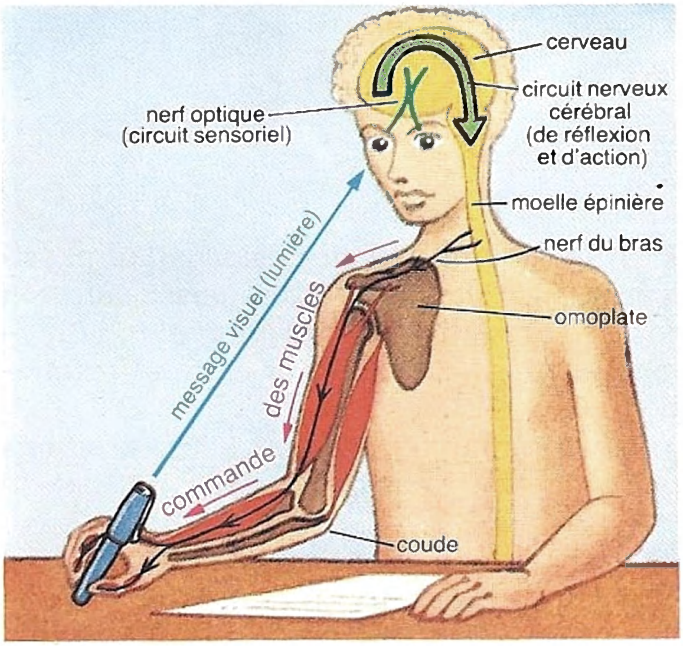
D'autres anomalies peuvent atteindre l'œil. *Renseigne-toi auprès de ceux qui portent des lunettes.*
Comment font les personnes aveugles pour se diriger, reconnaître les gens, lire... ?

4 Pouvons-nous toujours nous fier à notre vue ?
Les yeux sont des organes des sens très importants : ils nous donnent une certaine image colorée et en relief du monde. Mais nous possédons d'autres organes sensoriels, fais-en l'inventaire. Sur quoi te renseignent-ils ?

À QUOI SERT LE SYSTÈME NERVEUX ?

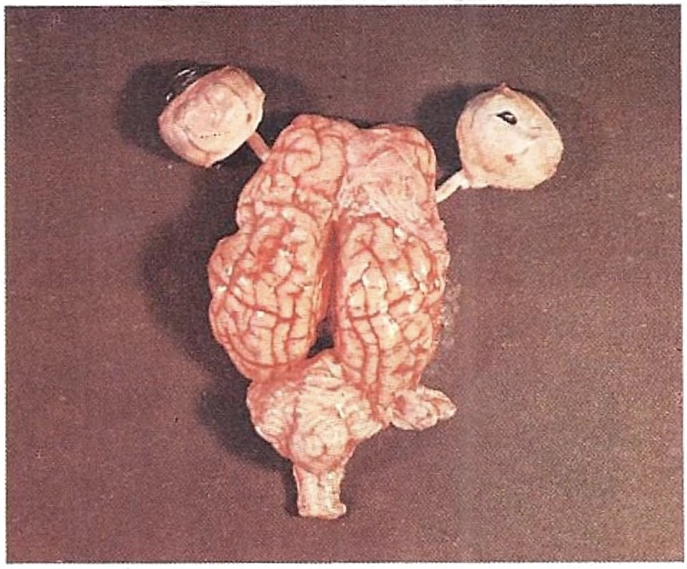
5 Je prends mon stylo.

5 Décris tout ce que tu fais avec ton corps lorsque tu prends ton stylo pour écrire.



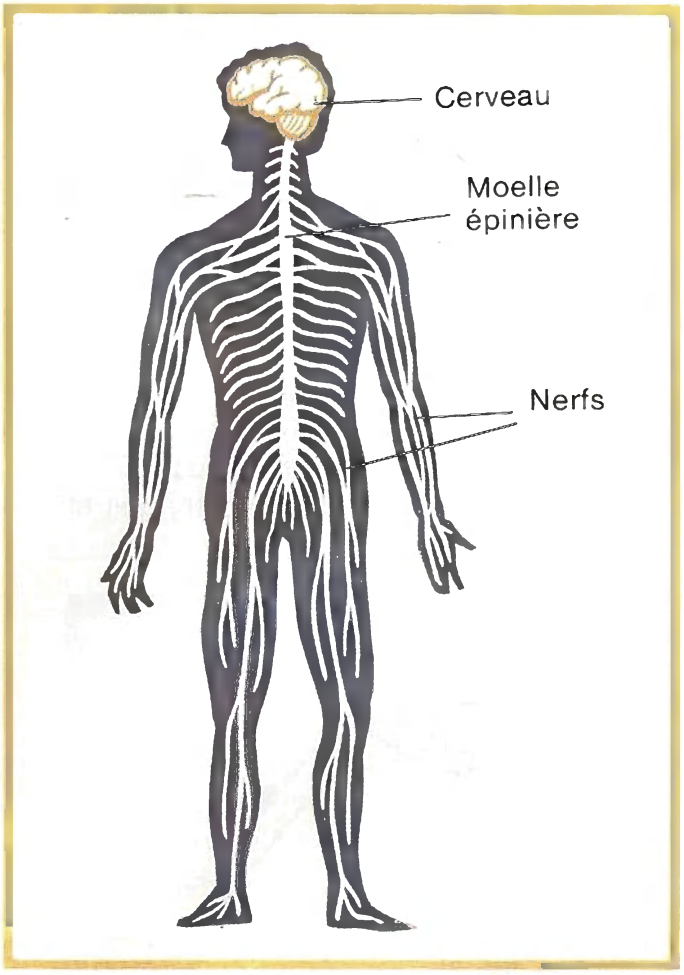
6 Ce qui se passe quand je prends mon stylo.

6 A partir du schéma ci-dessus, analyse ce qui se passe dans ton corps lorsque tu prends un objet avec ta main.
Analyse les circuits nerveux qui sont en action.



7 Relation œil-nerf optique-cerveau (mouton).

7 et **8** A l'aide de ces documents, analyse l'organisation du système nerveux et ses relations avec quelques organes.



8 Schéma général du système nerveux avec les nerfs du tronc et des membres. Dans tous les nerfs circule l'influx nerveux qui est de nature électrique. Les nerfs constituent de véritables circuits biologiques.

13 LE SPORT ET LE TRAVAIL

1 A la fin d'une séance d'éducation physique, fais le bilan de ce qui se passe dans ton corps. Qu'as-tu observé plus particulièrement au sujet de ton cœur et de ta respiration ?
Trouve un moyen de mesurer les variations de rythme que tu as constatées.

2 Propose une explication des variations mises en évidence ici.
Peux-tu justifier l'importance de l'échauffement avant l'effort et de l'entraînement sportif ?
Compare l'allure, la musculature, la forme et le moral des gens qui font du sport et de ceux qui n'en font pas.

1, 3 et **4** Analyse les gestes exécutés dans chacune des activités présentées.
Compare les aptitudes à développer pour chacune d'elles.
Que faut-il faire pour améliorer l'exécution de tous ces gestes ?

Cite d'autres gestes que l'homme est capable d'exécuter dans le travail ou le sport. Essaie de les classer d'après la qualité principale qu'ils nécessitent.

3 et **4** Dans ces tâches, quels sont les organes qui jouent les rôles les plus importants ?
Est-ce que l'écolière et le maçon utilisent la même main pour faire leur tâche principale ?
Fais le décompte, dans ta classe, des élèves droitiers et gauchers.

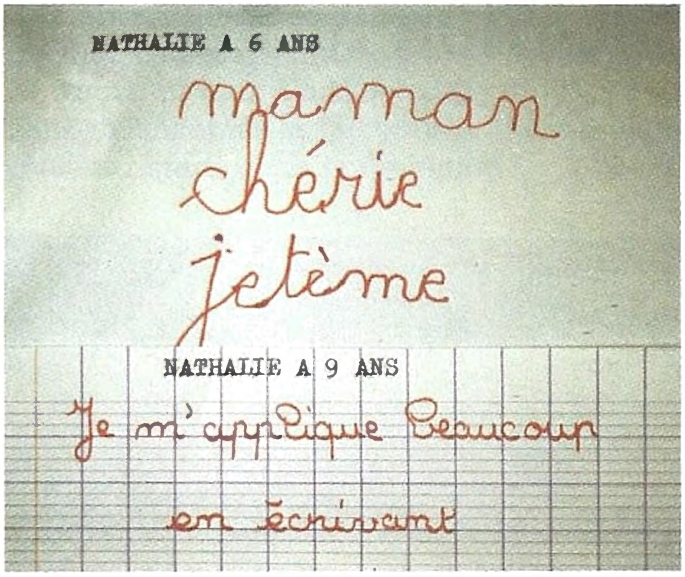
1 La course d'endurance.

organes	au repos	pendant l'effort
cerveau	0,75	0,75
muscle cardiaque	0,25	1,00
ensemble des muscles	1,20	22,00
peau	0,50	0,60

2 Débit sanguin (en litres par minute) dans certains organes au repos et pendant l'effort.

3 Écrit-elle bien ?

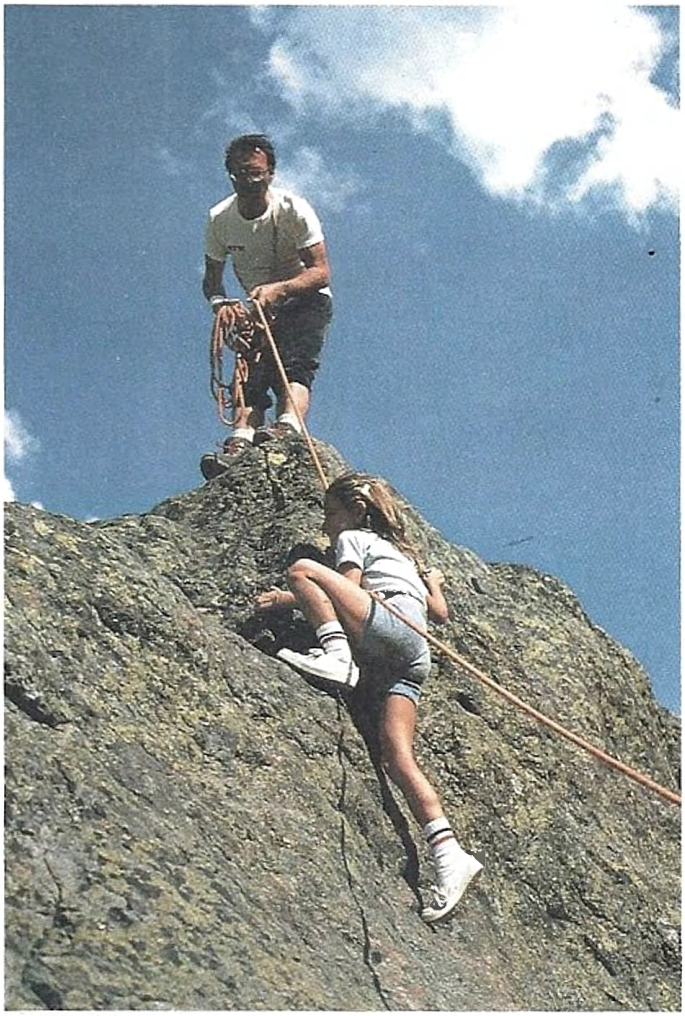
4 Les maçons au travail.



5 Les deux écritures (à 6 ans et à 9 ans).

5 Ce document te permet de comparer l'écriture de la même fillette à l'âge de 6 ans et à 9 ans. Quelles différences trouves-tu entre les deux écritures ?

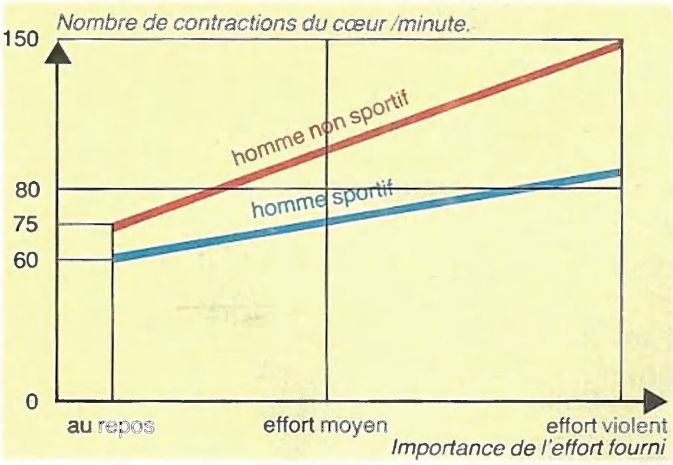
6 Est-il facile de jouer du piano ?



7 Ce n'est pas le moment de rêver !

6 et **7** Ces deux enfants se servent de leurs quatre membres dans ces deux activités. Pourquoi sont-elles difficiles à exécuter ? Que faut-il faire pour bien les maîtriser ?

LE SPORT ET LA SANTÉ



8 Courbe des rythmes cardiaques.

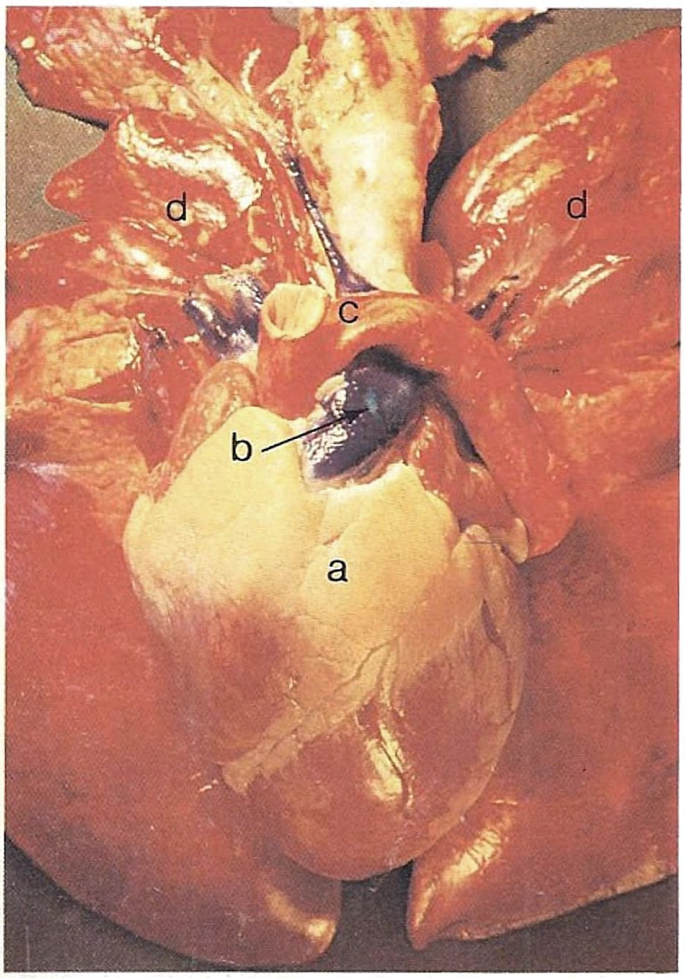
	non sportif	sportif
au repos	70	100
en activité intense	100	200

9 Volumes sanguins moyens expulsés à chaque contraction du cœur (en millilitres).

8 et **9** Calcule la quantité de sang expulsé en une minute par le cœur du sportif et du non-sportif, au repos et en activité intense. Rassemble tes résultats dans un tableau identique au tableau 9.

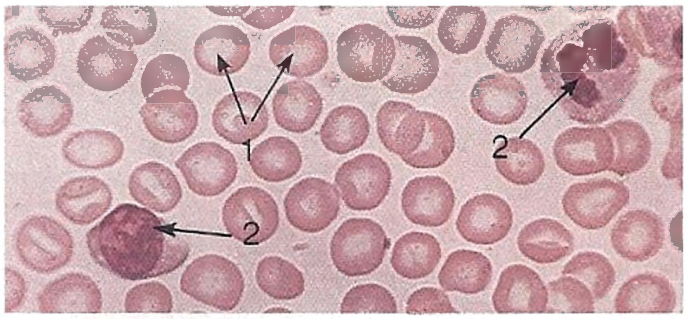
Sachant qu'un cœur qui bat vite se fatigue plus qu'un cœur qui bat lentement, que peux-tu dire de l'action du sport sur le cœur ?

14 LE SANG ET LA CIRCULATION



1 Cœur et poumons du mouton : a) cœur; c) aorte; b) artère pulmonaire; d) poumons.

2 Radiographie du réseau artériel d'une jambe.



3 Les cellules du sang observées au microscope : 1) globules rouges; 2) globules blancs.

LABORATOIRE...
ANALYSES MÉDICALES

Monsieur X...

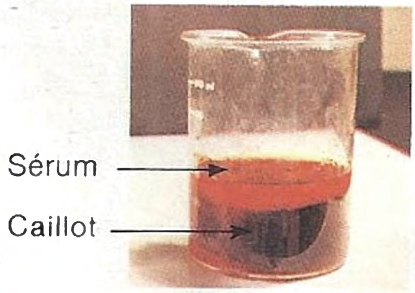
Examens de sang

numération globulaire par millimètre cube :	
globules rouges	5 000 000
globules blancs	7 000
examen chimique (grammes par litre) :	
glucose	1
cholestérol	2,50
protides	70
lipides	5

4 Analyse du sang d'une personne en bonne santé.

	diabétique	anémique
numération globulaire par millimètre cube :		
globules rouges	5 000 000	3 200 000
globules blancs	7 000	7 000
examen chimique (grammes par litre) :		
glucose	2,50	1
cholestérol	2,80	2,50

5 Analyse du sang de deux personnes malades.



6 Le sang coagule.

Des observations courantes *(blessures, saignements)* permettent de penser que le sang se trouve partout dans le corps (vois p. 36). Peux-tu imaginer la façon dont il est effectivement réparti dans l'organisme ?

1 Certains vaisseaux ont été colorés en bleu, d'autres en rouge. (Nous verrons pourquoi au chapitre suivant.)
Que représentent pour toi les battements du cœur ? Peux-tu imaginer le rôle de celui-ci ? Ouvre un cœur de mouton : tu pourras mieux comprendre son fonctionnement. Tu verras aussi que c'est un muscle puissant.

2 Le sang a été rendu opaque, ce qui permet de voir les artères sur cette radiographie. Comment se répartissent-elles dans la jambe ? Comment varie leur diamètre ? Essaie d'imaginer ce qu'elles deviennent quand on ne les voit plus.

3 et **4** Que t'apprennent ces documents sur la constitution du sang ? Es-tu étonné de trouver ces substances dans le sang ?
Dans un sang de personne en bonne santé, ces valeurs sont constantes.

5 Quelles différences notes-tu par rapport au document **4** ?

6 Abandonné à l'air, le sang a coagulé. Quelle importance la coagulation peut-elle avoir pour l'homme ?

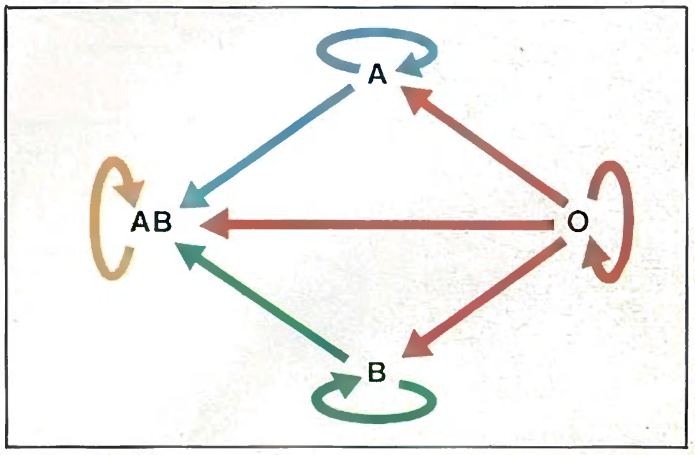
7 et **8** *Informe-toi sur les collectes de sang, les transfusions sanguines, et sur les conditions dans lesquelles elles sont pratiquées.*

Dans le schéma **9**, les flèches indiquent quel groupe de sang peut être donné à quels autres groupes. Toutes combinaisons autres que celles indiquées par le schéma provoquent un accident grave.
D'après le sens des flèches, peux-tu trouver :
— lequel des groupes peut donner son sang à tous les autres groupes ?
— lequel des groupes ne peut donner son sang à aucun autre groupe que le sien ?

7 Le sang est transfusé goutte à goutte dans une veine du bras.

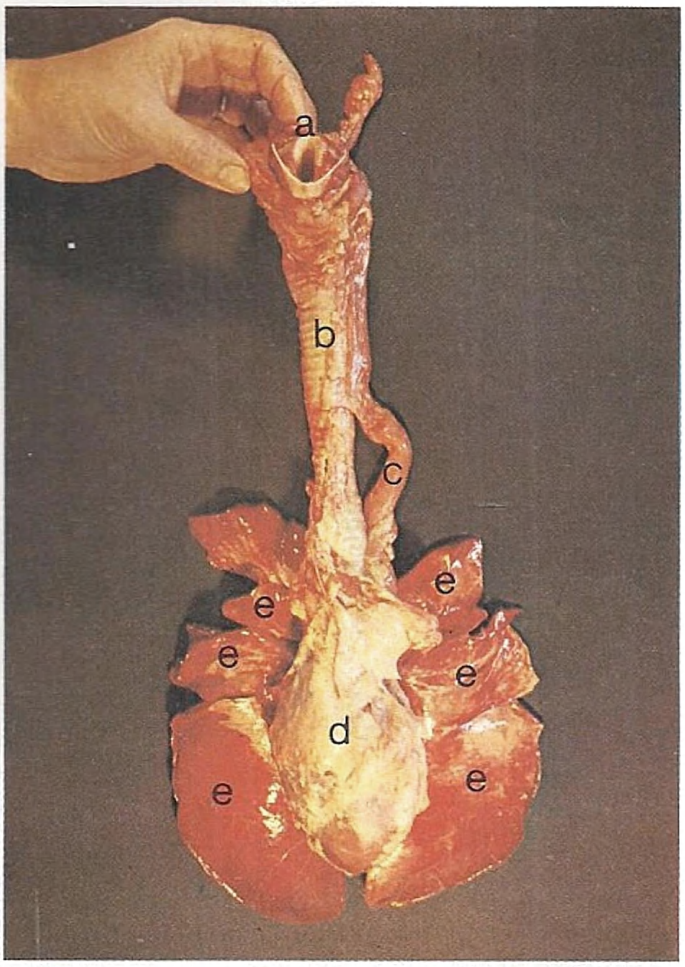
Prélevé sur des personnes saines, le sang est transfusé goutte à goutte. Lorsqu'on mélangeait les sangs au hasard, au XIXe siècle, la moitié des malades transfusés mouraient rapidement. Car les humains peuvent appartenir à quatre groupes sanguins différents, appelés A, B, AB, O. Avant de faire une transfusion, il faut donc connaître les groupes du donneur et du receveur, pour ne pas mélanger des sangs de groupes différents.

8 Les groupes sanguins.

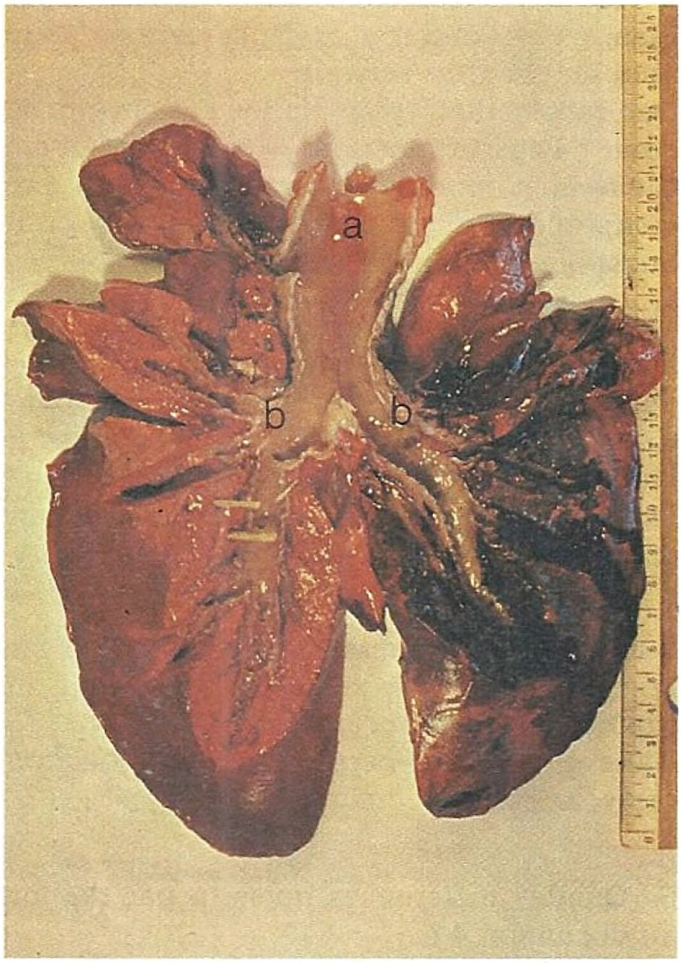


9 Qui donne son sang à qui ?

15 LA RESPIRATION



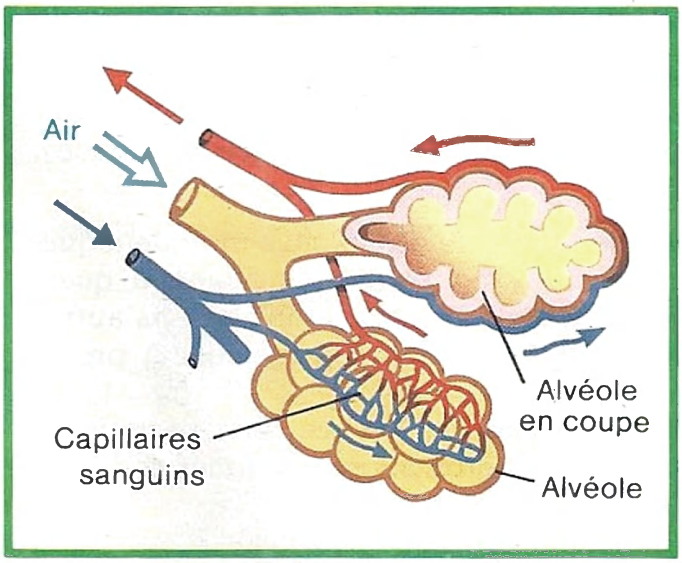
1 L'appareil respiratoire du mouton, cœur en place : a) glotte; b) trachée; c) œsophage; d) cœur; e) poumons.



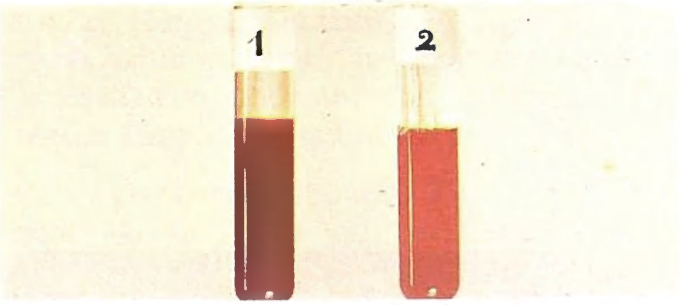
2 coupe du poumon montrant les ramifications des bronches : a) trachée; b) bronche principale. A droite, les vaisseaux sont noircis par de l'encre injectée.

FRAGMENTS DE POUMON

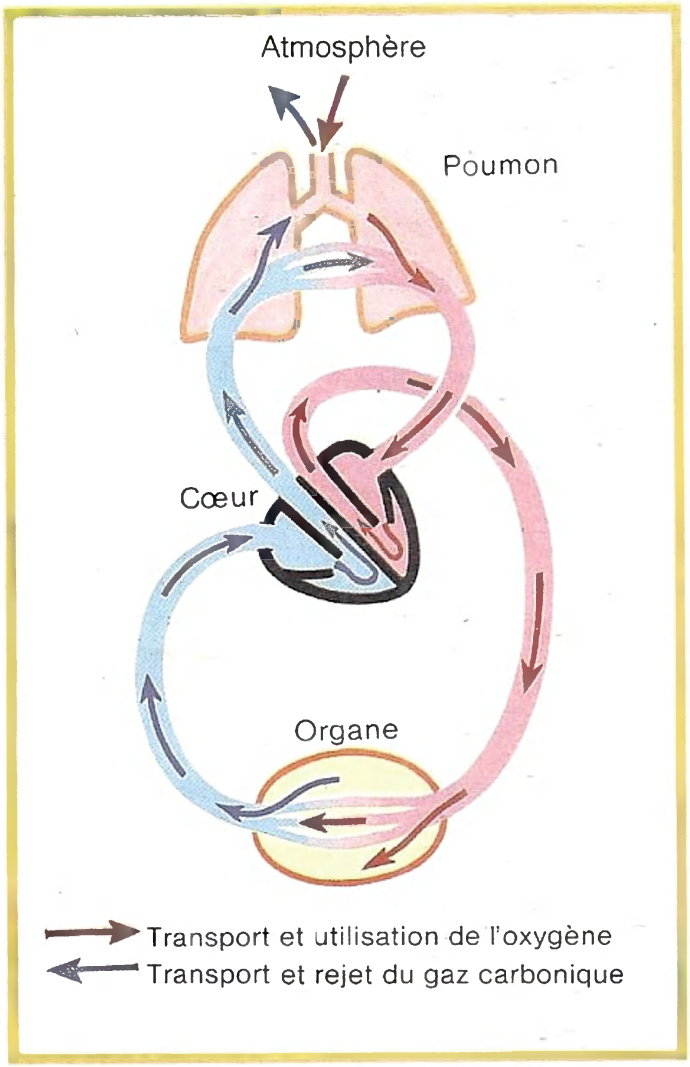
3 A droite, l'encre injectée a pris la place du sang.



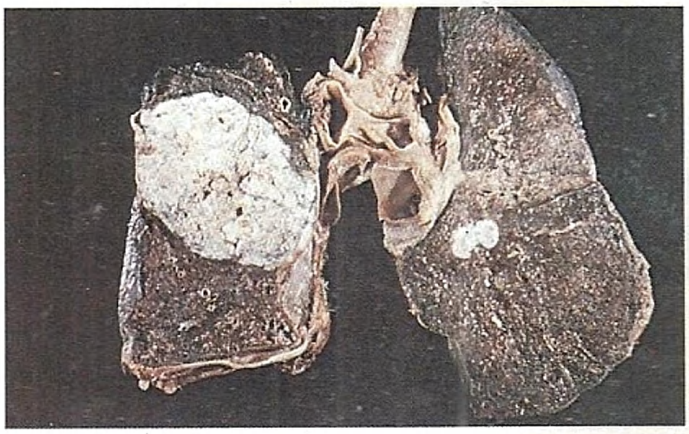
4 Alvéoles pulmonaires.



5 Tube 1 : sang riche en gaz carbonique. Tube 2 : sang riche en oxygène.



6 La double circulation.



7 Cancer du poumon provoqué par la fumée de tabac.

Fais l'inventaire de ce qui se passe dans ton corps quand tu respires.

1 Décris les organes visibles ici. Quel rôle peux-tu concevoir pour chacun d'eux ?

2 Les poumons sont coupés en suivant la trachée et ses ramifications (de l'encre a été injectée dans les vaisseaux sanguins d'un des poumons).

Schématise les différentes parties.

L'air expiré a-t-il la même composition que l'air inspiré ?

	dans 100 litres d'air inspiré	dans 100 litres d'air expiré
oxygène	21 litres	16 litres
gaz carbonique	traces	4 litres
azote	79 litres	79 litres

Imagine et conduis une expérience pour vérifier la présence de gaz carbonique dans l'air inspiré et expiré.

Nous rejetons aussi de la vapeur d'eau; peux-tu le vérifier ?

Fais le bilan global des « échanges gazeux » au niveau des poumons.

Où va l'oxygène retenu ? d'où vient le gaz carbonique rejeté ?

3, 4 et **5** Cherche à expliquer les phénomènes qui se produisent au niveau de l'alvéole, entre l'air et le sang.

6 Peux-tu expliquer cette représentation ?

7 Quels problèmes soulève ce document ?

Informe-toi sur les produits dangereux rejetés dans l'air.

Recherche les différents types d'appareils respiratoires des animaux en relation avec leur milieu de vie.

16 LA NOURRITURE

1 Un repas correspondant à nos besoins.

2 Un repas déséquilibré.

- **eau**
  fruits,
  légumes

- **protides**
  viande de boucherie,
  poisson, œufs, lait,
  fromage
  graines (haricots, noix)

- **glucides**
  céréales, fruits, sucre,
  miel, pommes de terre,
  bonbons

- **lipides**
  graines ou fruits
  oléagineux (olives,
  arachides), huiles
  et graisses animales
  et végétales

- **substances minérales**
  céréales complètes,
  fruits, graines et
  légumes crus,
  lait et fromages

- **vitamines**
  fruits et légumes crus
  (persil), céréales
  complètes (germe de blé),
  viande, jaune d'œuf,
  foie de poisson,
  lait cru

aliments nécessaires (en grammes)	enfants de moins de 10 ans	adolescents de 10 à 20 ans	adultes	personnes âgées
viandes, poisson, œuf	50 à 100	150 à 275	200 à 250	100 - 125
lait ou laitages	650 ou 300	500 ou 250	350 ou 200	350 ou 200
fromages	15 à 25	40 à 50	40 à 60	40
beurre	15 à 20	20 à 30	20 à 30	20
huile	5 à 10	15 à 25	25 à 35	20
pain complet	50 à 100	100 à 250	150 à 250	150
pommes de terre, pâtes, farineux	75 à 125	200 à 300	250 à 350	100 à 250
légumes verts, crus et cuits	100 à 200	200 à 350	250 à 400	250
fruits frais	70 à 150	200 à 250	200	150
fruits secs et non grillés	5 à 7	5 à 10	5	5
eau pure hors des aliments (litres)	0,5 à 0,8	0,7 à 1	0,8 à 1,2	0,8 à 1,2
aliments à consommer avec modération				
sucre, chocolat confitures, miel	25	35	50	40
vin (litre)			0,25	0,25

3 (à gauche) Origines des aliments simples. 4 (à droite) Poids brut d'aliments à consommer par jour.

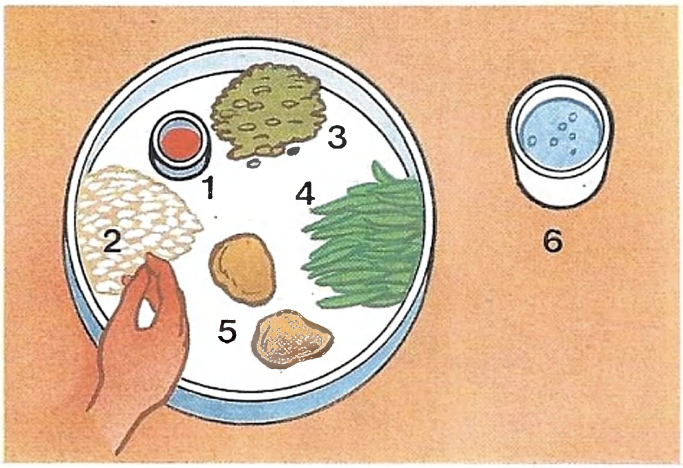
1 et **2** Compare la composition de ces deux repas pour enfants. Un repas est équilibré lorsqu'il contient toutes les catégories d'aliments simples en quantités convenables.

En t'aidant des tableaux **3** et **4**, recherche quel est le repas qui te paraît le plus équilibré.

Chez toi, au moment des repas, pèse les aliments que tu manges. Compare ta consommation quotidienne aux quantités souhaitables d'aliments de la colonne d'âge qui te convient. Que peux-tu conclure concernant tes habitudes alimentaires ?

Pour quelles raisons tes besoins diffèrent-ils de ceux de l'adulte ?
Recherche ce qui augmente ta faim. Tes besoins réels sont-ils seuls responsables de ton appétit ?

5 et **6** Compare ton alimentation à celle : 1. des habitants de l'Inde; 2. de tes ancêtres. *Recherche aussi des informations sur les habitudes alimentaires d'autres peuples.*



5 Le principal repas de la journée en Inde : 1. sauce épicée; 2. riz à l'eau; 3. lentilles à l'eau; 4. haricots verts; 5. beignets servant de pain; 6. eau gazeuse.

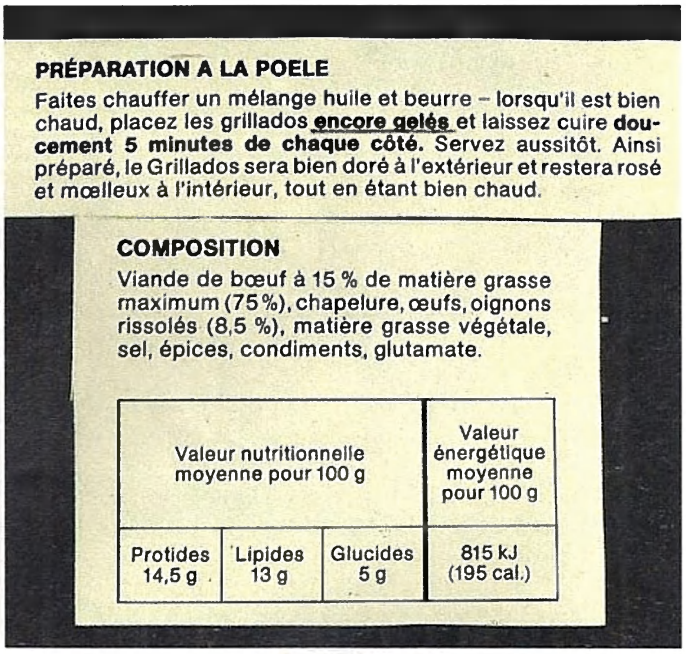
La soupe était notre pitance principale : soupe à l'oignon le matin et le soir et, dans le jour, soupe aux pommes de terre, aux haricots ou à la citrouille avec gros comme rien de beurre. Le lard était réservé pour l'été et pour les jours de fête. Avec cela, des beignets indigestes et pâteux d'où les dents s'arrachaient difficilement, des pommes de terre sous la cendre et des haricots cuits à l'eau à peine blanchis d'un peu de lait. On se régalait les jours de cuisson à cause du *tourton* et de la galette, mais ces hors-d'œuvre étaient vite épuisés. Ah ! les bonnes choses n'abondaient guère. E. GUILLAUMIN : *La vie d'un simple.*

6 La nourriture d'un paysan vers 1830.

LES ALIMENTS INDUSTRIELS

Fig. 7 Une usine de conservation alimentaire où sont traitées des carottes.

7 Aujourd'hui, nous consommons de plus en plus d'aliments fabriqués, conservés, conditionnés. Cherche des exemples.



PRÉPARATION A LA POELE

Faites chauffer un mélange huile et beurre – lorsqu'il est bien chaud, placez les grillados **encore gelés** et laissez cuire **doucement 5 minutes de chaque côté.** Servez aussitôt. Ainsi préparé, le Grillados sera bien doré à l'extérieur et restera rosé et mœlleux à l'intérieur, tout en étant bien chaud.

COMPOSITION

Viande de bœuf à 15 % de matière grasse maximum (75 %), chapelure, œufs, oignons rissolés (8,5 %), matière grasse végétale, sel, épices, condiments, glutamate.

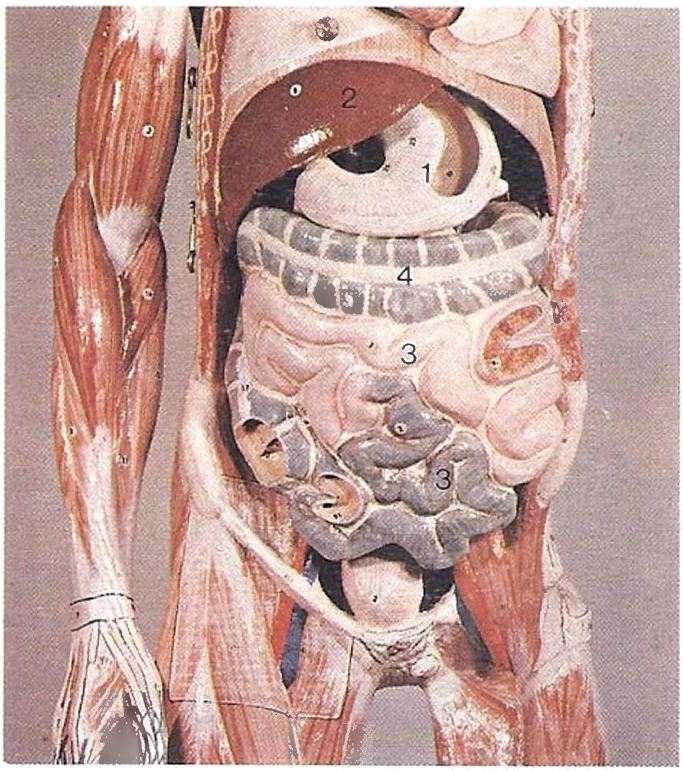
Valeur nutritionnelle moyenne pour 100 g			Valeur énergétique moyenne pour 100 g
Protides 14,5 g	Lipides 13 g	Glucides 5 g	815 kJ (195 cal.)

Fig. 8 Mode d'emploi d'un aliment surgelé.

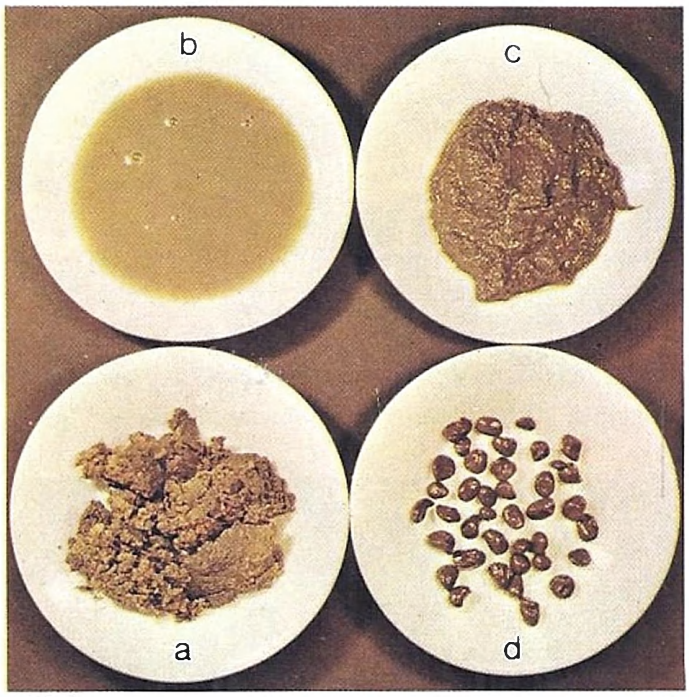
8 Informe-toi sur les précautions à prendre pour conserver ou utiliser des produits surgelés.

1 La dissection du lapin met en évidence son appareil digestif :
a) œsophage; b) estomac; c) foie; d) pancréas; e) intestin grêle; f) cæcum (équivalent de notre appendice); g) gros intestin; h) rectum.

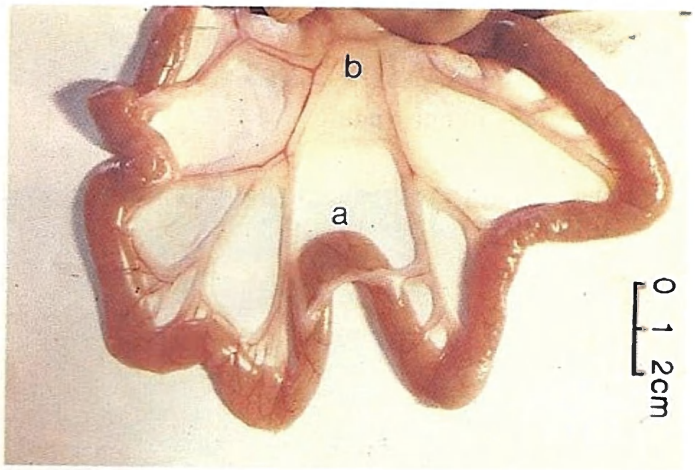
17 LA DIGESTION



2 Les organes de l'appareil digestif de l'homme en place sur l'« écorché » (en 1, estomac ouvert).



3 État des aliments dans les différents organes de l'appareil digestif :
a) dans l'estomac; b) dans l'intestin grêle; c) dans le cæcum; d) dans le rectum.



4 Un fragment de l'intestin grêle (a) avec son péritoine (b).

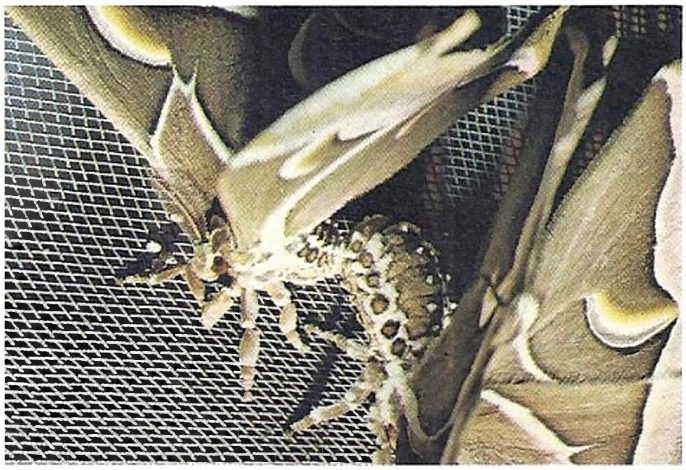
1 A l'aide d'un calque, reproduis les organes qui constituent l'appareil digestif. Comment les organes sont-ils disposés les uns par rapport aux autres ?

2 Retrouves-tu chez l'homme des organes comparables ? Pour cela, aide-toi des lettres et des chiffres.

3 Le lapin dont nous avons disséqué l'appareil digestif s'était nourri de carottes et de feuilles.
Caractérise l'aspect des aliments pour chacun des prélèvements dans les différents organes. Situe, sur le dessin de l'appareil digestif, chaque étape à la place qui lui convient. Quelles modifications successives les aliments ont-ils subies ?

4 La photo **4** montre que l'intestin grêle reçoit des vaisseaux sanguins importants.
L'analyse du sang qui repart de l'intestin (veine porte) montre qu'il est plus riche en sucre que le sang qui arrive. Quelle hypothèse peux-tu formuler ?

18 LA REPRODUCTION DES ANIMAUX

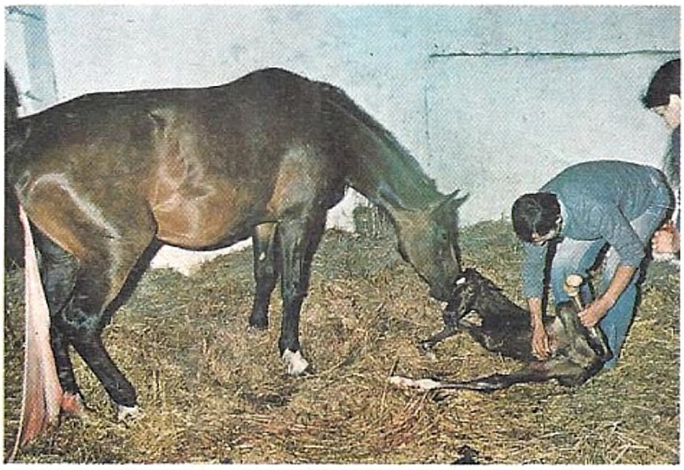


1 Bombyx de l'ailante : accouplement.

2 Bombyx de l'ailante : ponte.

3 Bombyx de l'ailante : chenilles.

4 Cheval : accouplement.



5 Cheval : naissance.

6 Cheval : allaitement.

1 à 6 Compare les étapes de la reproduction du papillon et du cheval.

Informe-toi sur les différences entre les mâles et les femelles d'animaux, sur les comportements qui précèdent l'accouplement.

Pourquoi donne-ton le nom de *larve* à la chenille et pas au poulain ?

Chez les animaux, les adultes mâles et femelles peuvent vivre, soit seuls (chacun de leur côté), soit en couples, soit en société; trouve des exemples d'animaux pour chacune de ces façons de vivre. S'occupent-ils tous de leurs petits après la naissance ?

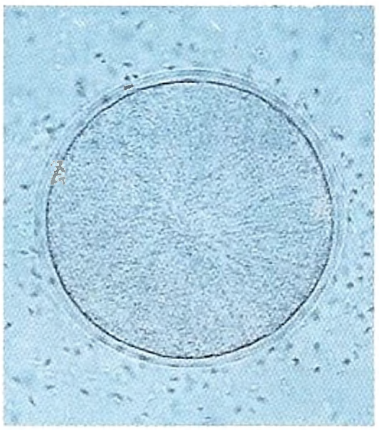
7 et **8** La **fécondation** consiste en la pénétration d'un *spermatozoïde* dans l'*ovule,* l'ovule fécondé devient un œuf. La fécondation de l'ovule par le spermatozoïde est en train de se produire sous le microscope.
Compare la taille et la forme respective de l'ovule et des spermatozoïdes (l'ovule a un dixième de mm de diamètre).

9 Voici ce que devient l'œuf après la fécondation deux minutes après (à droite), cinq minutes après (à gauche). Quels changements observes-tu dans l'œuf ?

10 Après plusieurs heures, l'œuf a continué à se diviser en petites cellules et celles-ci forment un minuscule **embryon** (coloré ici en rose par le biologiste) qui ressemble à une mûre.

11 L'embryon s'est transformé en larve microscopique (moins d'1 mm) qui nage avec ses quatre bras dans la mer. En te servant des lettres, repère les différentes parties du tube digestif de la larve que tu peux voir par transparence.

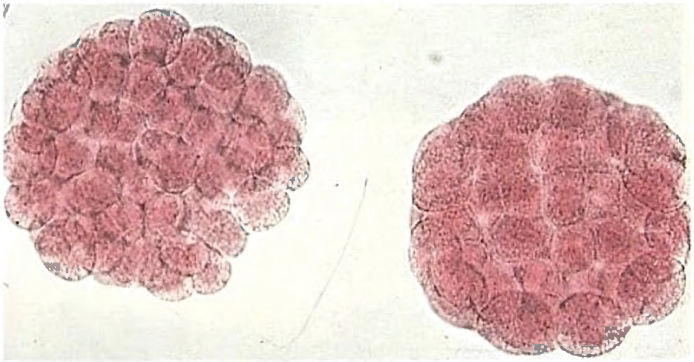
Après un certain temps de vie en pleine mer, la larve de l'oursin tombe au fond de la mer et se métamorphose en un minuscule petit oursin (1 mm de diamètre). Le petit oursin va grandir pendant plusieurs années avant d'atteindre sa taille d'adulte.



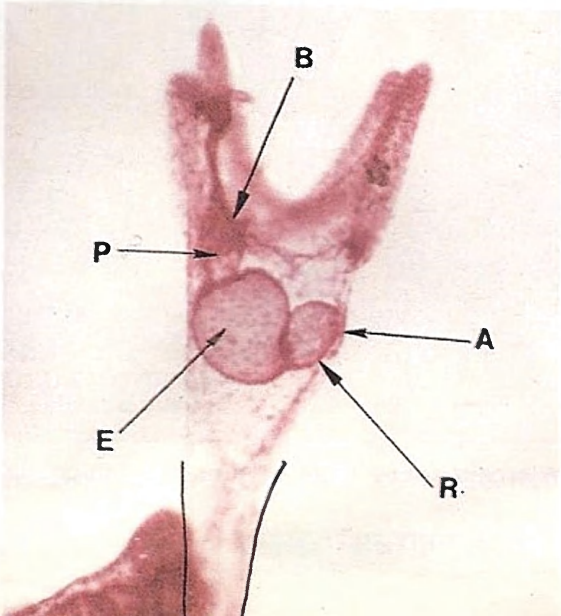
7 Vue au microscope, dans l'eau de mer, la fécondation chez l'oursin (grossissement : 280 fois).

8 Les spermatozoïdes de l'oursin mâle, vus à un fort grossissement, à côté d'un ovule.

9 Les deux premières divisions de l'œuf (stades 2 et 4) cellules, grossissement : 200 fois.

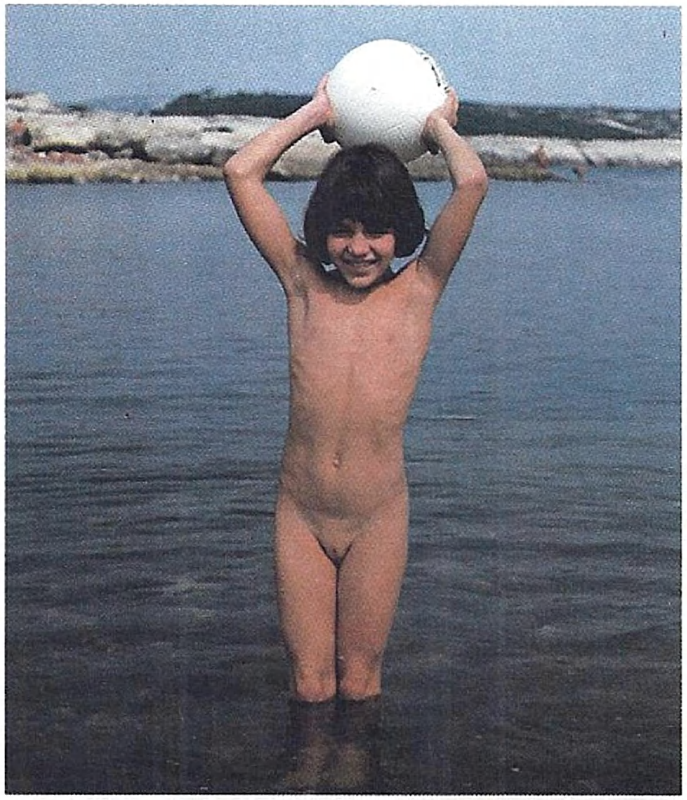


10 Deux embryons de l'oursin (grossissement : 280 fois).

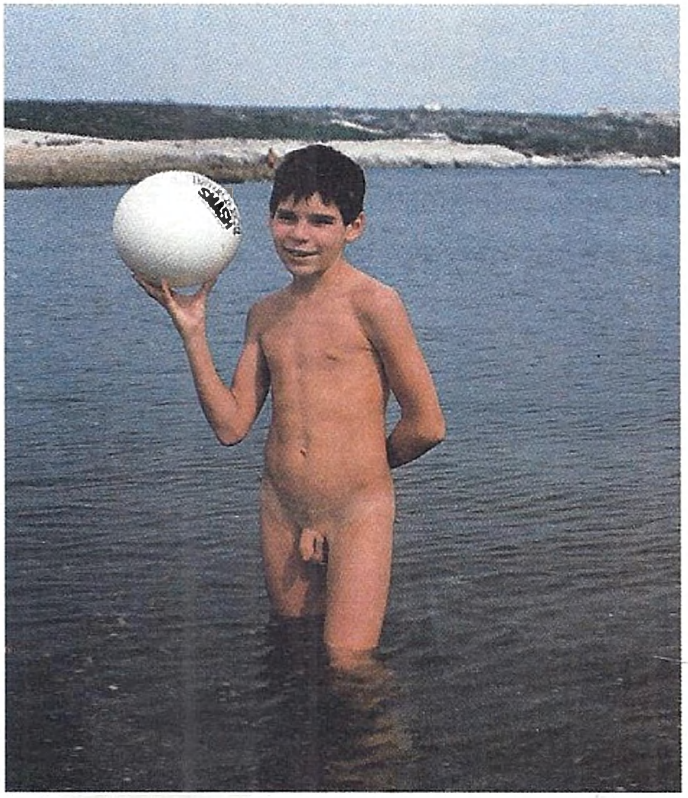


11 La larve microscopique et transparente de l'oursin (colorée en rose).
A = Anus; B = Bouche; E = Estomac; P = Pharynx; R = Rectum.

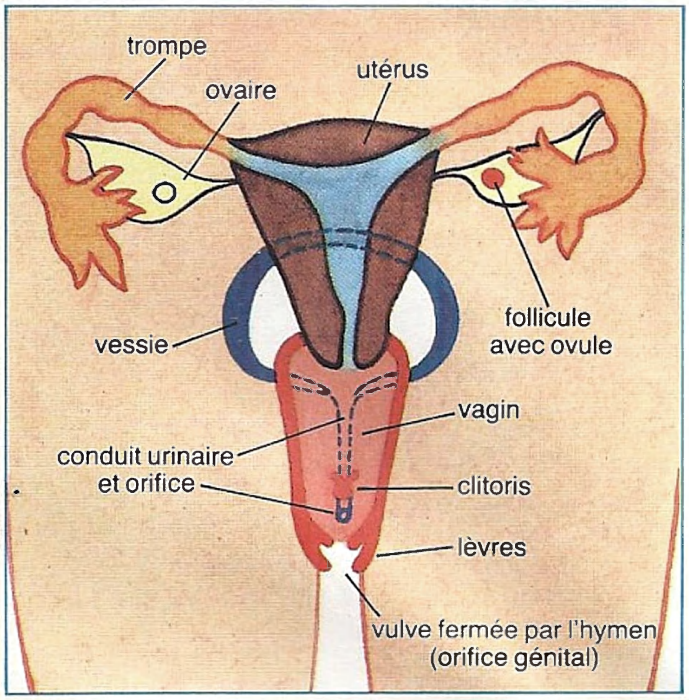
19 LA SEXUALITÉ ET LA REPRODUCTION DE L'HOMME



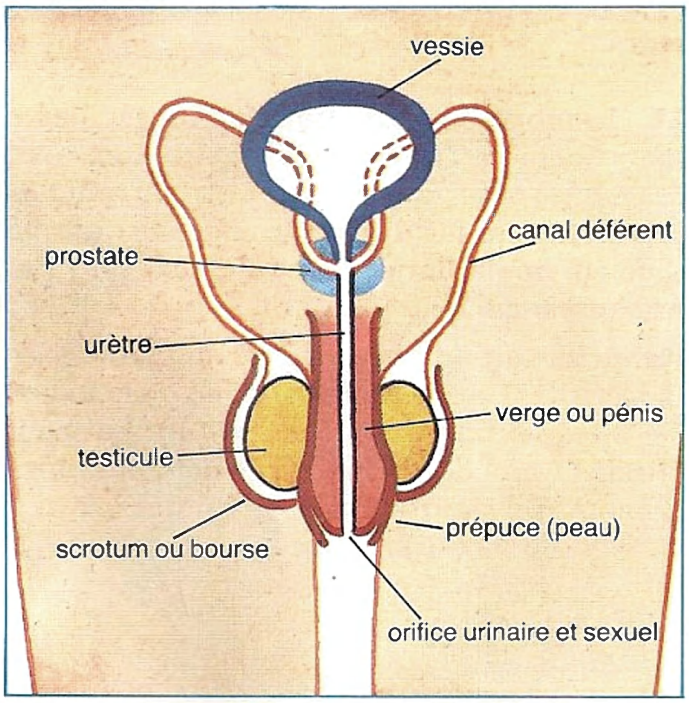
Virginie.



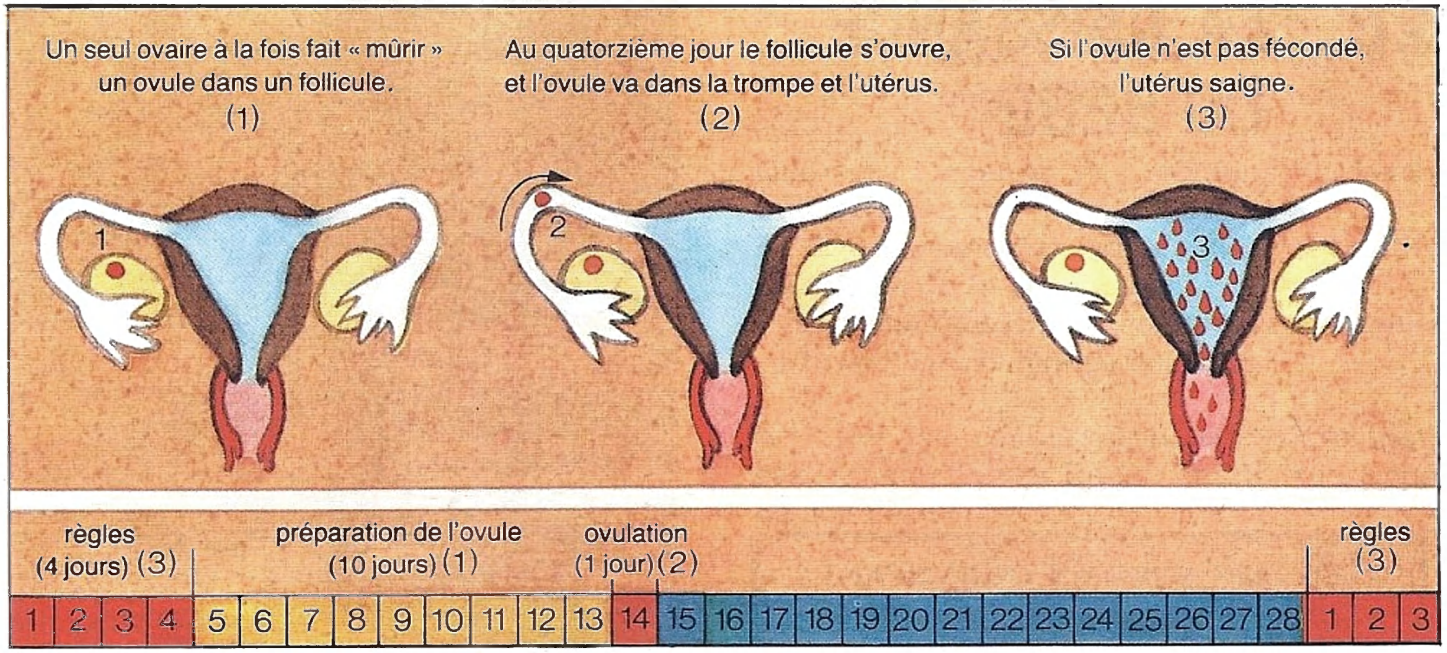
Jérôme.



1 Les organes sexuels de la jeune fille (en coupe).



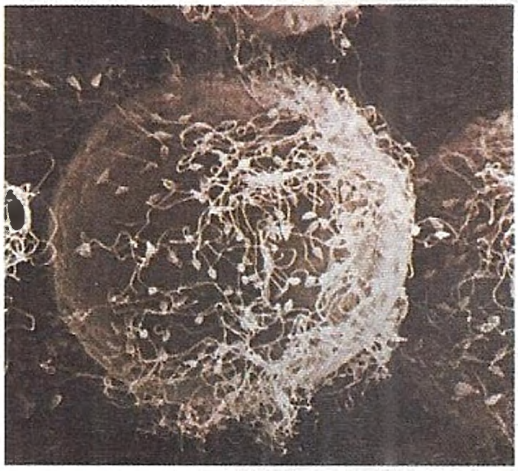
2 Les organes sexuels du jeune garçon (en coupe).



3 Un cycle menstruel chez l'adolescente et la femme.

1 et **2** Analyse les schémas anatomiques des organes sexuels de la fille et du garçon. (Les couleurs identiques t'indiquent que des organes ont des fonctions analogues ou complémentaires).

3 Analyse le schéma ci-dessus. Quel est le rôle principal de l'ovaire ? Quel chemin suit l'ovule ? (On sait qu'il est poussé par la trompe dans le sens de la flèche).



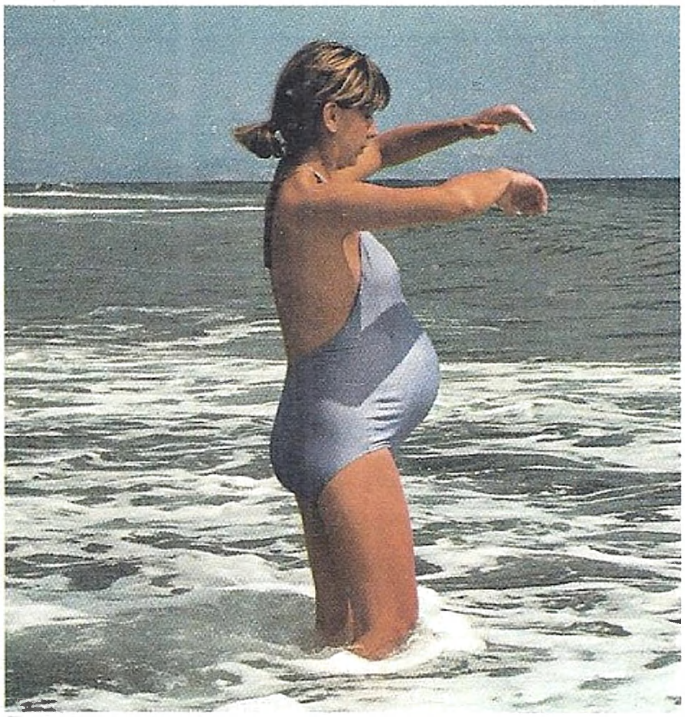
4 Fécondation humaine dans un tube à essai.

4 Reconnais-tu les ovules et les spermatozoïdes ?

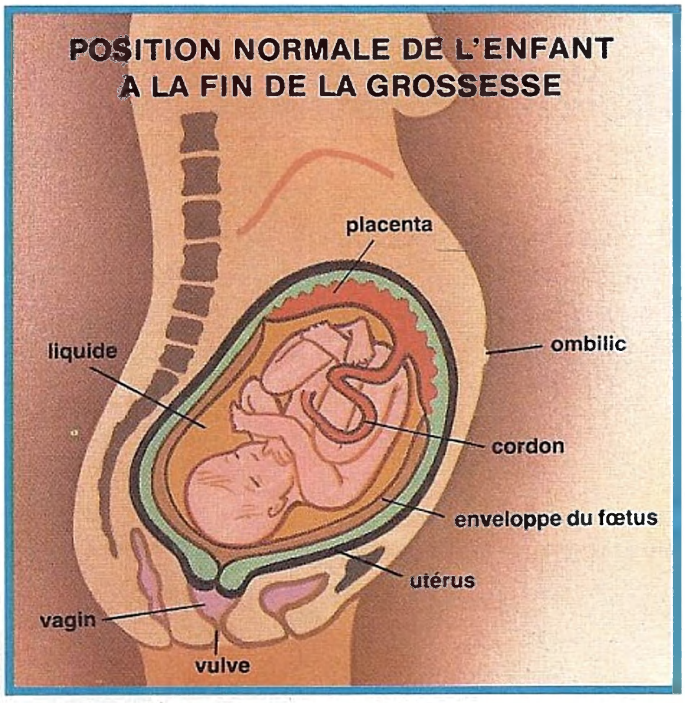
5 Amoureux dans la campagne.

5 Quelle est l'atmosphère de cette scène ?

20 LA NAISSANCE DU BÉBÉ

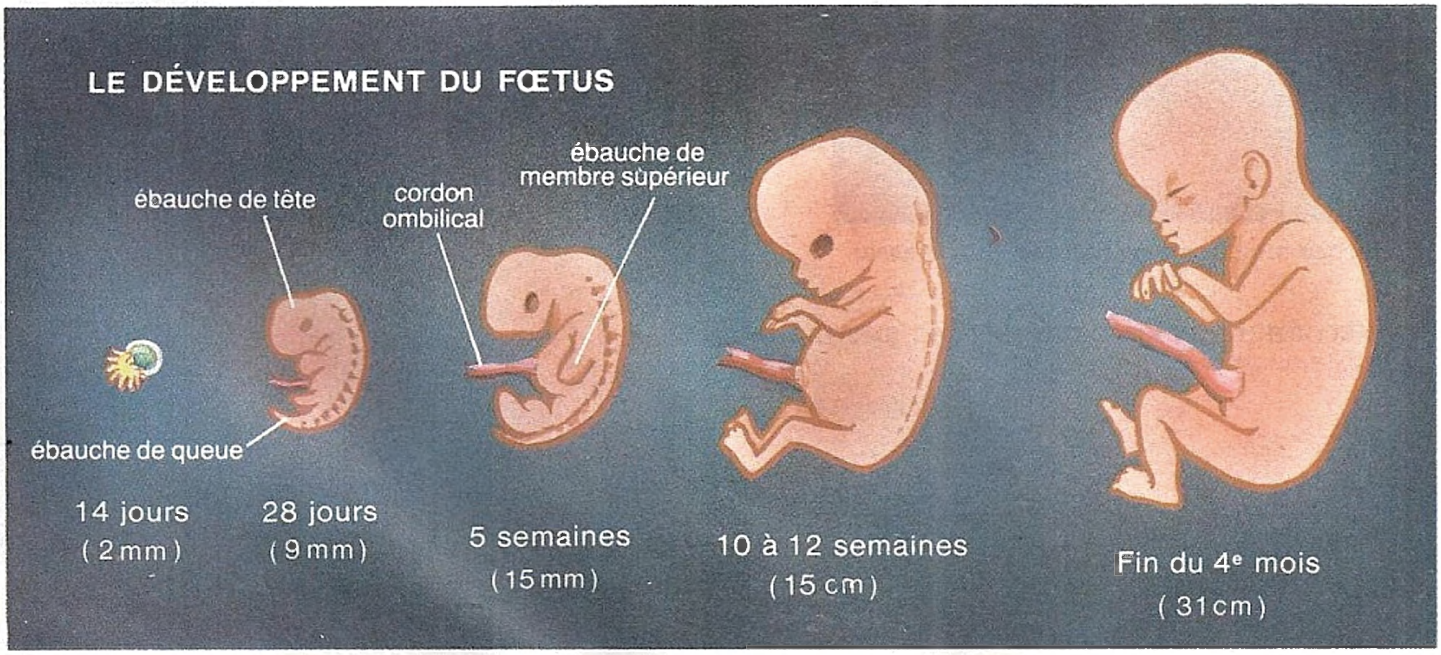


1 Une maman à la veille de l'accouchement.



2 Fœtus en place dans l'utérus à la fin de la grossesse.

3 Fœtus de 4 à 5 mois sorti de l'utérus.



4 Au cinquième mois, le fœtus est déjà parfaitement formé.

AVANT LA NAISSANCE

1 Compare le ventre de la future maman et les schémas n° 1 p. 40 et n° 2 de cette page. Comment s'est transformé l'utérus au cours de la grossesse ? Comprends-tu maintenant pourquoi le ventre d'une femme enceinte est si gros et dans quelle position se trouve l'enfant dans l'utérus ?

2 Retrouve sur le dessin les organes de la photo 3.

3 Dans quel état de développement se trouve ce fœtus de 4 à 5 mois ? Décris sa position. A quoi est-il relié ? Par quoi est-il enveloppé ?
Que peux-tu penser des relations du fœtus avec sa mère ?
En interrogeant des mamans, enquête sur :
- *la durée de la grossesse;*
- *le moment où le bébé commence à bouger;*
- *l'hygiène de la femme enceinte.*

4 Après la fécondation, l'œuf se développe et se transforme en fœtus. Décris les stades de son développement.

DE LA NAISSANCE AUX PREMIERS PAS

5 L'accouchement : un nouvel enfant est né.

5 L'enfant vient de naître. Qu'exprime le visage de la maman ? Que tient à la main la sage-femme ? En t'aidant du dessin 2, essaie de trouver quelle partie du bébé sort la première lors de l'accouchement ?

6 L'heure de la tétée.

6 Quelle est l'atmosphère de cette scène ? Pourquoi le bébé ne boit-il que du lait ?

7 Les premiers pas.

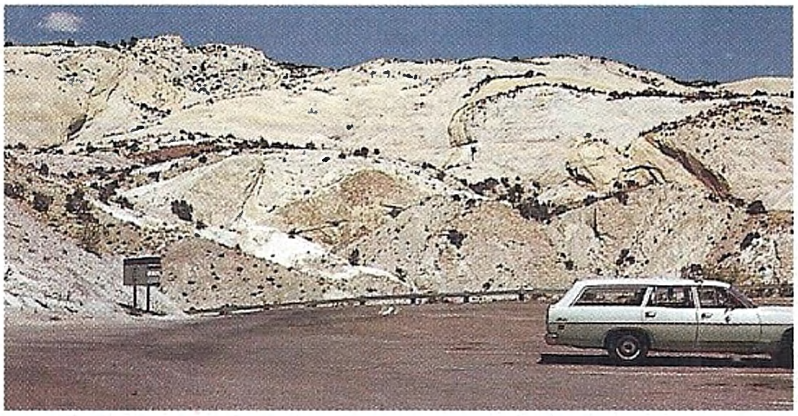
7 Que font les parents avec leur bébé ?

Enquête sur les soins que demande celui-ci :
- *sa nourriture*
- *son hygiène corporelle;*
- *la décoration de sa chambre, ses jouets...*

Cherche sur ton carnet de santé, ou demande à tes parents :
- *combien tu pesais et mesurais à ta naissance;*
- *à quel âge tu as suivi des yeux leur main;*
- *à quelle époque tes premières dents ont poussé; quand tu as pu te tenir assis tout seul; quand tu as fait tes premiers pas, mangé tout seul...*
- *quelles ont été tes maladies infantiles.*

21 À LA RECHERCHE DES MONDES VIVANTS DISPARUS

ANIMAUX ET VÉGÉTAUX

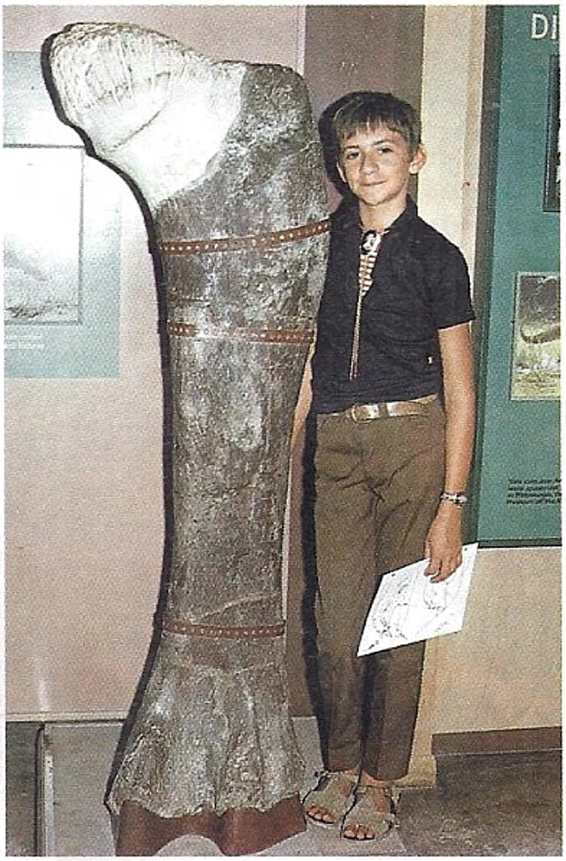


1 La Montagne aux dinosaures (Arizona, États-Unis).

2 Les scientifiques au travail sur le gisement de la Montagne aux dinosaures (États-Unis).

3 Une empreinte de pied de dinosaure conservée dans la roche (Arizona, États-Unis).

4 Un œuf de dinosaure de la taille d'un ballon, extrait de la roche. (Muséum d'Aix-en-Provence).

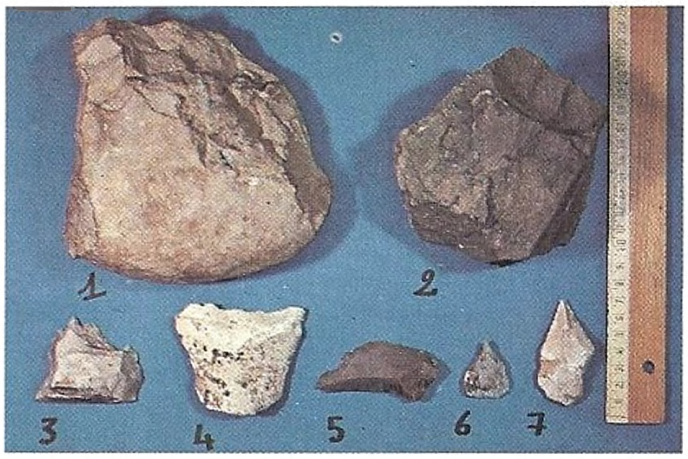


5 Le fémur d'un diplodocus avec sa tête reconstituée. (Musée de la Montagne aux dinosaures).

6 Entrée de la grotte préhistorique de Tautavel (Pyrénées-Orientales).

7 Le sol d'une grotte préhistorique où l'on a dégagé le squelette sans le déplacer.

8 Crâne de l'homme de Tautavel (à gauche), et d'un homme actuel (à droite).



9 Quelques outils de l'homme de Tautavel :
1) galet travaillé; 2) nucleus (ce qui reste du bloc de roche après la taille), 3) outil à plusieurs usages : racloir, burin, perçoir; 4) et 5) racloirs; 6) perçoir; 7) pointe.

1, 2 Certaines roches de l'écorce terrestre, les roches sédimentaires, se sont lentement accumulées. Elles contiennent exceptionnellement des restes des êtres vivants qui nous ont précédés sur Terre et qu'on appelle **fossiles.**

D'après ces documents, essaie de comprendre ce que doivent faire les scientifiques
- pour découvrir les fossiles;
- pour les extraire des roches dans lesquelles ils sont emprisonnés;
- pour les étudier et les conserver.

2, 3, 4, 5 Quels renseignements ces fossiles nous apportent-ils sur la vie des dinosaures, ces grands reptiles qui ont disparu depuis fort longtemps ?
Des végétaux se sont fossilisés aussi, et ont laissé de nombreuses empreintes; observe la photo de la page 72.

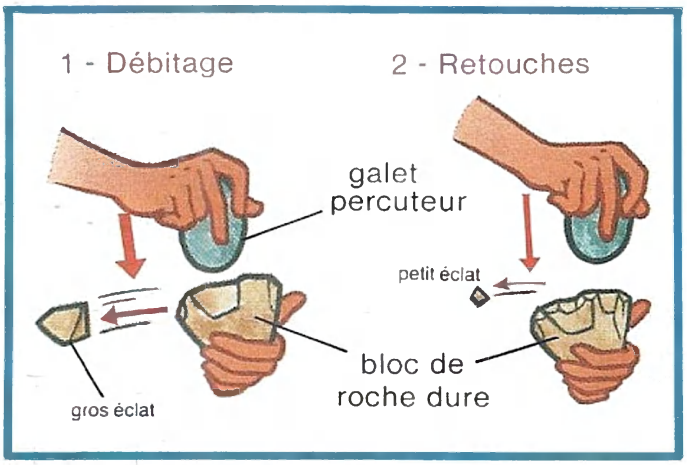
6, 7, 8 On trouve aussi des fossiles de l'homme dans des grottes, dans des roches sédimentaires ou à l'air libre. Essaie de trouver pour quelles raisons l'homme de Tautavel vivait dans une grotte bien exposée, dominant une large vallée.
Que vois-tu sur le sol de la grotte photo 7 ?
Compare le crâne de l'homme de Tautavel avec celui d'un homme actuel.

9 Les préhistoriens trouvent généralement associés aux fossiles humains des pierres taillées et les os des animaux que l'homme préhistorique tuait et mangeait.

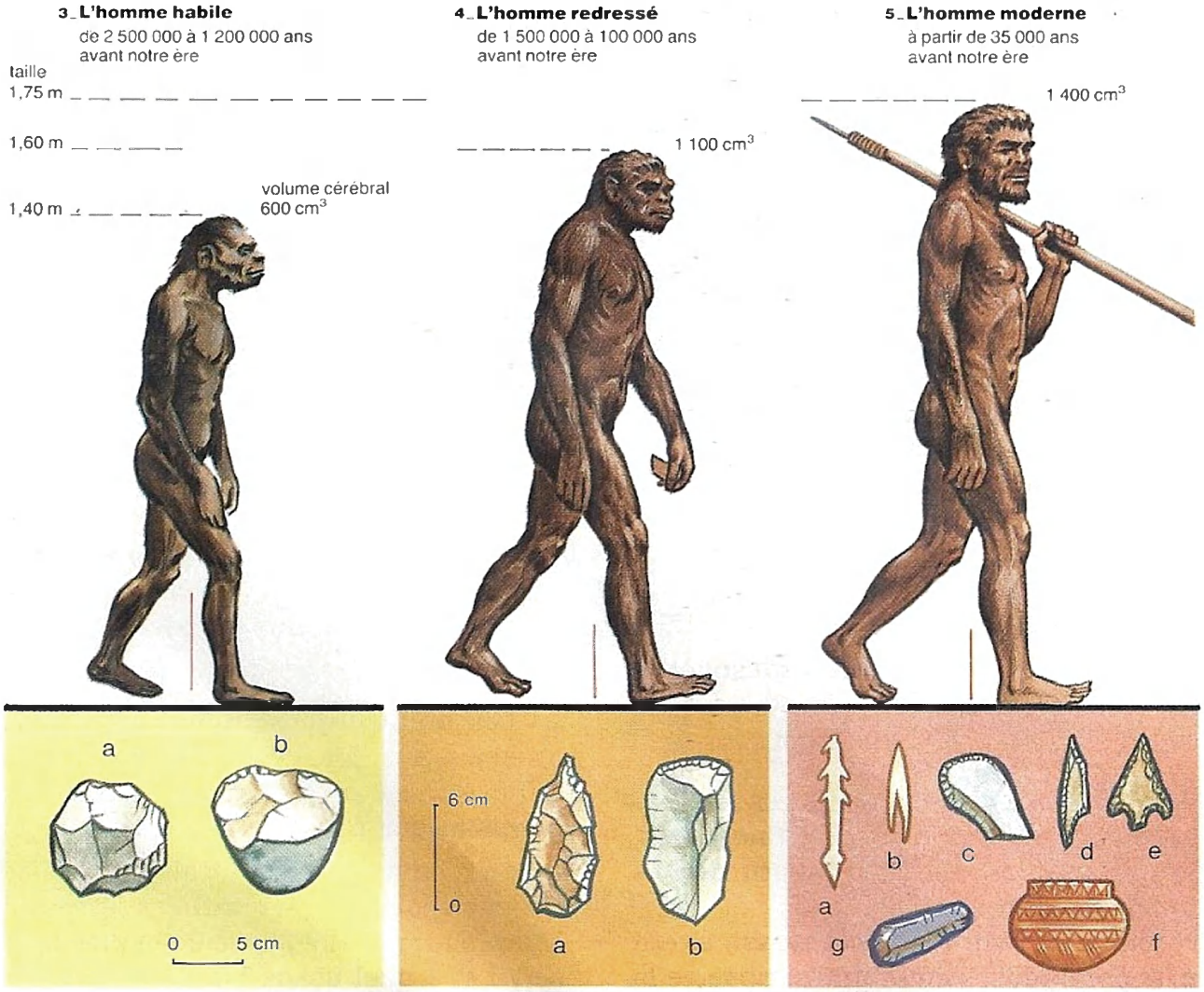
À l'aide d'un papier à décalquer, dessine les contours des pierres taillées et essaie de comprendre quelle partie de la pierre pouvait servir et à quel usage ?

22 L'ÉVOLUTION DE L'HOMME ET L'HOMME MODERNE

1 Le visage reconstitué de l'homme redressé.



2 Quelques étapes de la fabrication des outils de l'homme préhistorique.



3, 4 et 5 Silhouettes et outils des principaux types d'hommes fossiles (à la même échelle).

L'HOMME MODERNE

1 Compare la forme de la face reconstituée de l'homme redressé avec celle d'un homme actuel : front, menton, nuque. (Tu peux aussi t'aider du dessin 4.)

2 Deux étapes de la fabrication des outils de pierre :
- débitage de gros éclats, formation d'une arête sur le bloc;
- retouches de l'arête initiale avec de petits éclats pour lui donner un tranchant meilleur.

3, 4 et **5** Compare les trois stades d'évolution ici reconstitués de l'homme préhistorique. Trace sur un calque l'axe du corps et compare-le à la verticale (un petit trait en indique le point de départ).

Comment est située, dans chaque cas, la tête par rapport à cet axe ?
Que peux-tu conclure au sujet du changement progressif dans le maintien du corps chez l'homme préhistorique ?
Comment a évolué sa taille, le volume de son cerveau ?
Rassemble les caractéristiques de chaque stade dans un tableau.

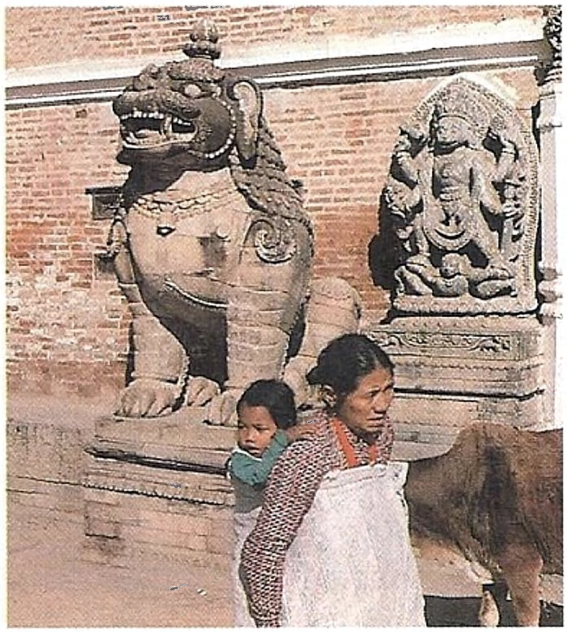
En t'aidant du document **2**, *réfléchis aux gestes que l'homme peut réaliser avec sa main. Quel est le plus important ? Quel est son rôle ?*
En quoi le corps de l'homme est-il différent de celui d'autres mammifères comme le chien ou le gorille ?
Compare les outils que les différents hommes préhistoriques ont fabriqués (formes, précisions des retouches sur le bord des outils).
Lequel a inventé la poterie et poli la pierre ?

6 et **7** A l'aide de ces documents, compare l'aspect physique des trois races principales de l'espèce humaine.
Les différences te paraissent-elles importantes par rapport aux ressemblances ?

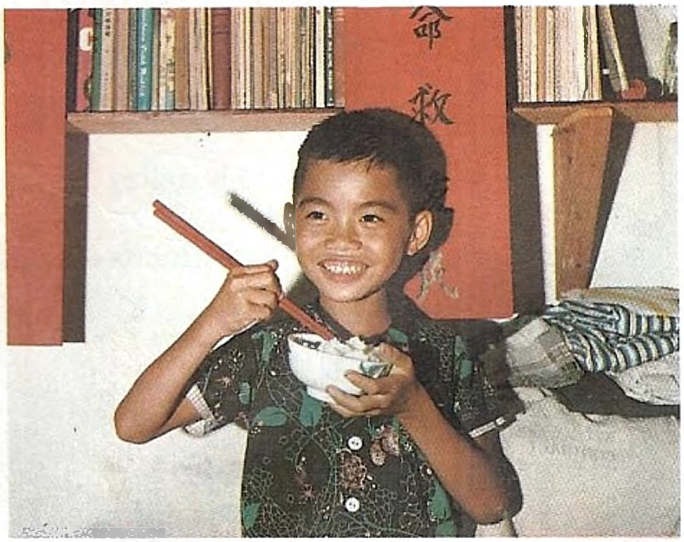
7 Les parents étant de race différente, quels caractères présentent leurs enfants ?

6 et **8** Que montrent ces documents en plus des différences physiques ? *Informe-toi sur le mode de vie d'autres peuples.*

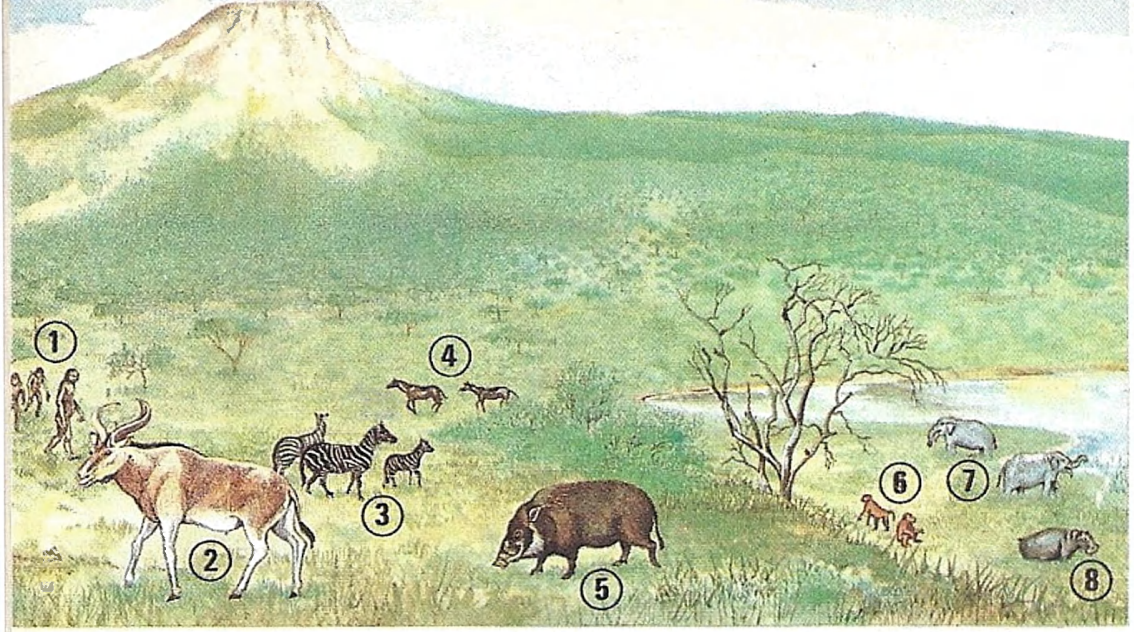
6 Famille issue de l'union d'un Africain, d'origine togolaise, et d'une Européenne, d'origine slave.



7 Une maman népalaise passant devant un temple.



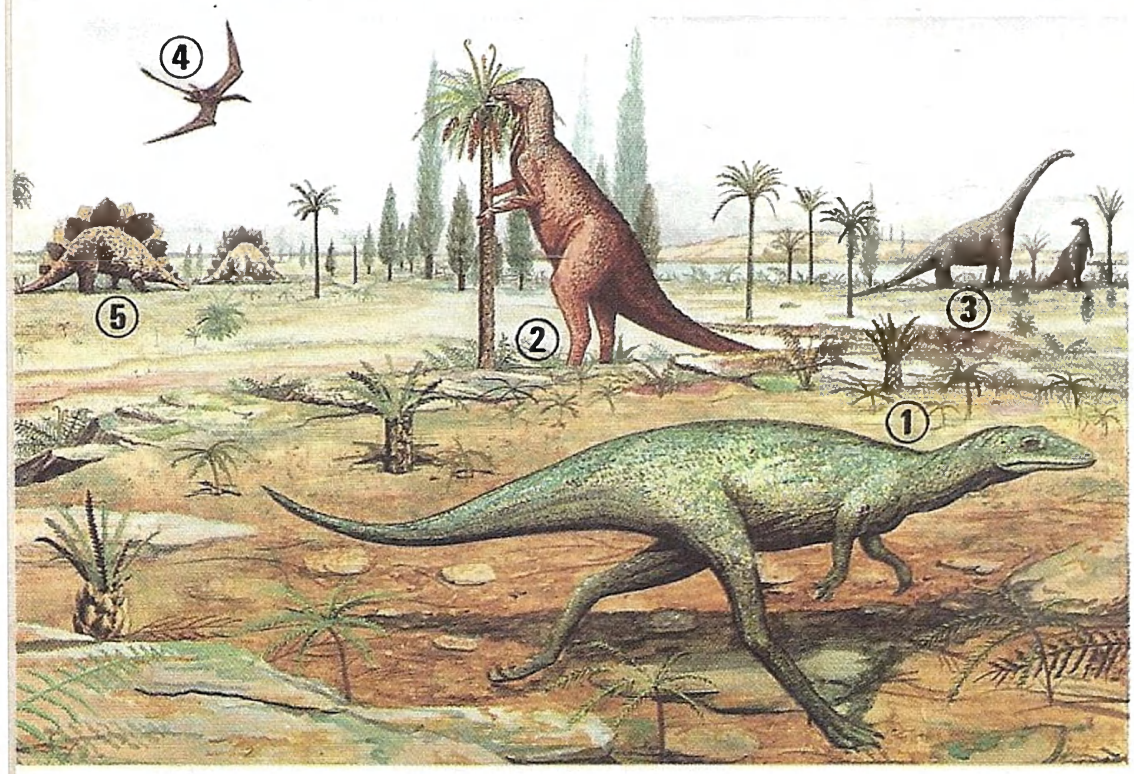
8 Jeune écolier chinois.



D'après *L'évolution de la vie*,
© Hachette Paris, 1985.

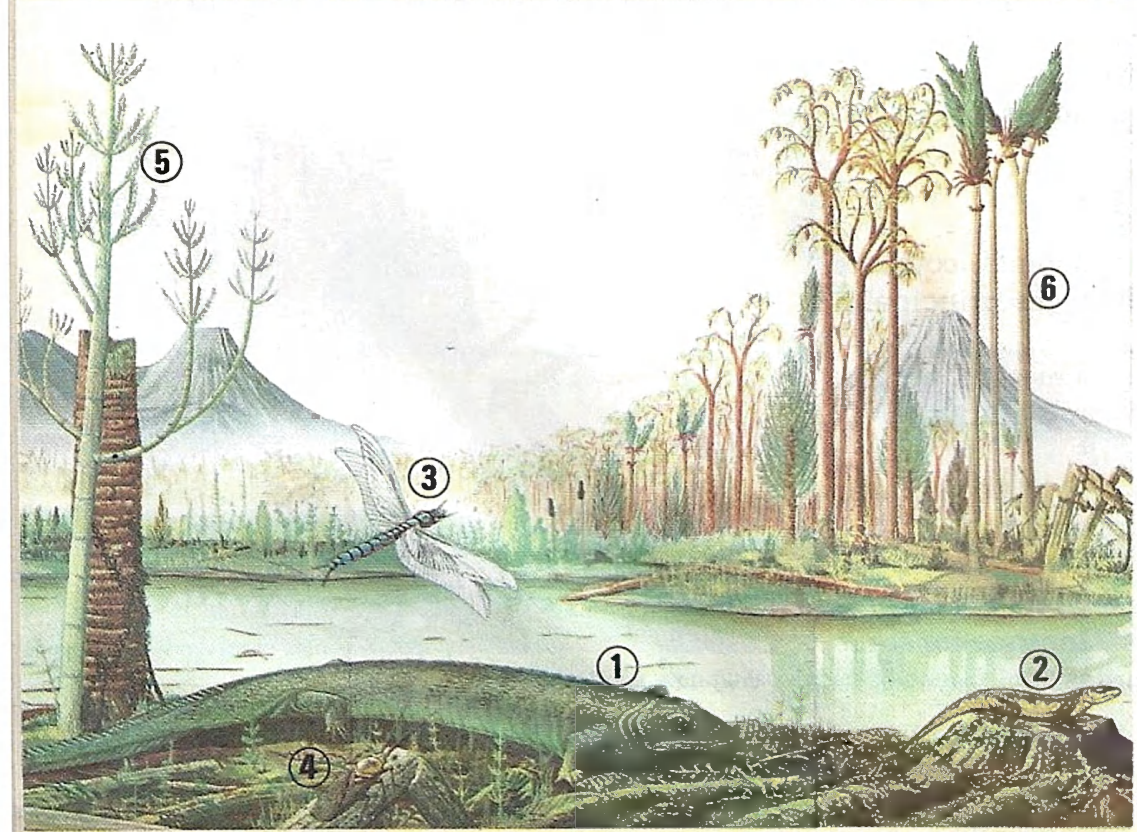
1. Homme redressé : Homo erectus †.
2. Une antilope †.
3. Des zèbres.
4. Des ancêtres du cheval, l'Hipparion †.
5. Un ancêtre du porc sauvage †.
6. Des babouins géants †.
7. Des ancêtres de l'éléphant : le Deinothérium †.
8. Des hippopotames.

3 Un paysage reconstitué à la fin de l'ère tertiaire en Afrique de l'est (Tanzanie)



1. Un dinosaure bipède sauteur : le Cœlutus †.
2. Un autre dinosaure bipède : l'Iguanodon †.
3. Un dinosaure géant : le Brachiosaure.
4. Un dinosaure volant : le Rhamphorhynchus †.
5. Un dinosaure à plaques dorsales : le Stégosaure †.

2 Un paysage reconstitué du milieu de l'ère secondaire en Amérique du Nord



1. Un amphibien géant, l'Eogrynus †.
2. Un reptile du bord de l'eau : l'Hylonomus †.
3. Une libellule géante † (80 cm d'envergure).
4. Une blatte géante † (10 cm de long).
5. Une prèle géante †.
6. Un sigillaire †.

† : Espèce disparue.

1 Un paysage reconstitué à la fin de l'ère primaire en Europe

23 L'HISTOIRE DE LA VIE

	échelle des temps	principaux événements de l'histoire de la vie
ERE QUATERNAIRE 2 millions d'années		premier homme véritable
	— 2 millions d'années	
ERE TERTIAIRE 63 millions d'années	— 6 millions d'années	premiers primates à caractère d'homme (Australopithèques)
	— 25 millions d'années	
	— 40 millions d'années	premiers singes
	— 65 millions d'années	premiers primates premières plantes à fleurs et derniers dinosaures
ERE SECONDAIRE 160 millions d'années	— 135 millions d'années	domination des dinosaures, premiers oiseaux
	— 180 millions d'années	premiers mammifères premiers dinosaures
	— 225 millions d'années	premiers conifères premiers reptiles, premiers insectes
ERE PRIMAIRE 425 millions d'années environ	— 350 millions d'années	premières forêts premiers amphibiens
	— 400 millions d'années	premiers poissons osseux
	— 440 millions d'années	premières plantes terrestres
	— 500 millions d'années	premiers vertébrés : poissons cuirassés
	— 600 millions d'années	premiers animaux à coquilles
ERE PRECAMBRIENNE 4 milliards d'années	— 900 millions d'années	premiers animaux apparition de l'oxygène dans l'atmosphère
	— 3,3 milliards d'années	les premiers êtres vivants apparaissent dans l'eau des premiers océans : bactéries, algues
	— 4,6 milliards d'années	naissance de la Terre et de son atmosphère gazeuse

24 LA BICYCLETTE

1 OBSERVONS

a) Les deux roues d'une bicyclette ont chacune un rôle différent.
— Quel est ce rôle pour la roue avant ? Quel est ce rôle pour la roue arrière ?
b) Le cycliste n'agit pas directement sur chacune des roues. Décris l'ensemble des organes qui transmettent le mouvement : depuis les mains jusqu'à la roue avant, depuis les jambes jusqu'à la roue arrière. Désigne par une expression chacun de ces ensembles.

2 CHAQUE TOUR DE PÉDALE...

... fait parcourir à la bicyclette la même distance. Voilà une longueur intéressante à connaître. On l'appelle **développement.** Vincent a décidé d'en faire la mesure.
— Comment procède-t-il (fig. 1) ?
— Il a trouvé 4 m. Peux-tu calculer à quelle vitesse roule Vincent quand il fait 100 tours de pédalier par minute ? Donne ta réponse en km à l'heure.

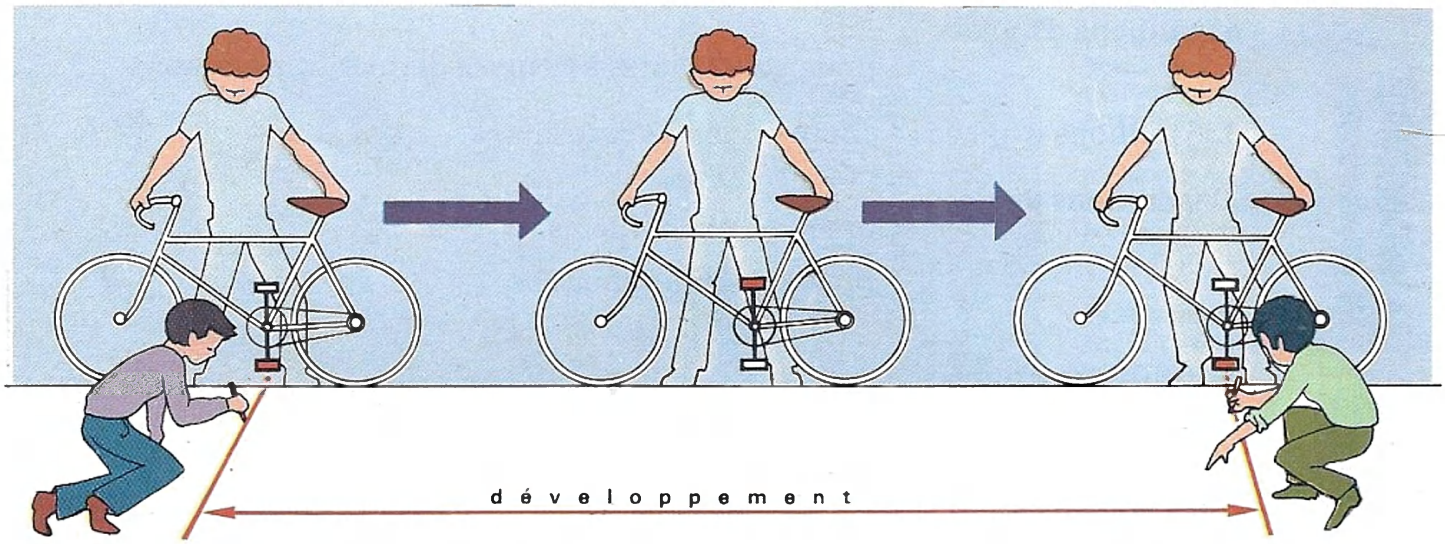


Fig. 1 Avec l'aide d'un camarade, Vincent mesure le développement de son vélo.

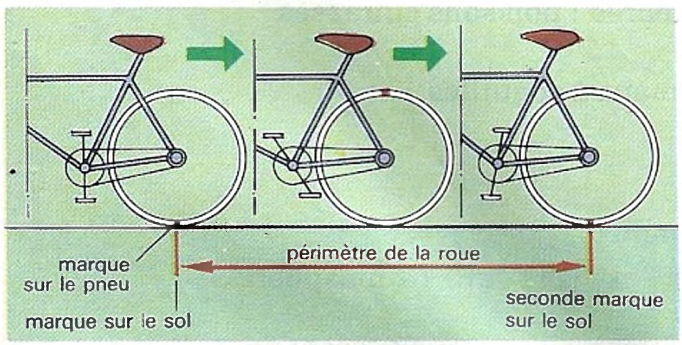


Fig. 2.a La roue a fait un tour et parcouru son périmètre.

3 AURÉLIEN ET CÉLINE ONT MESURÉ AUTREMENT LE DÉVELOPPEMENT DE LEUR VÉLO

a) Ils ont mesuré sur le sol le périmètre de la roue et trouvé tous les deux 1,90 mètre (fig. 2.a).

b) Aurélien a retourné sa bicyclette et, pour un tour de pédale, a compté combien de tours faisait la roue (fig. 2.b). Il a trouvé 3.
— Calcule le développement.

c) Céline a procédé comme Aurélien, mais a rencontré un problème. Il a fallu 3 tours de pédalier pour que sa roue fasse 7 tours, exactement.
— Peux-tu ici calculer le développement ?

4 UNE MEILLEURE IDÉE

Laurent a eu l'idée que chaque dent du pédalier entraînait, par l'intermédiaire de la chaîne, une dent du *pignon*. Il a alors compté les dents du pédalier et celles de la roue libre. La figure 3 donne ses résultats pour les vélos de ses camarades et pour le sien.
Il a ensuite pu calculer combien la roue faisait de tours à chaque tour du pédalier. Il en a déduit le développement.
— Calcule toi aussi ces développements. Fais-le dans l'ordre du tableau.

5 LE DÉRAILLEUR

Observe la bicyclette de la figure 5. Elle est équipée d'un dérailleur avant avec deux *plateaux* au pédalier et d'un dérailleur arrière avec cinq pignons à la roue libre. Un dispositif permet de faire passer la chaîne d'un plateau sur l'autre; un autre permet de la faire passer d'un pignon sur l'autre.
— Quand fera-t-on passer la chaîne du grand plateau sur le petit ? Quand fera-t-on l'inverse ?
— Quand fera-t-on passer la chaîne d'un grand pignon sur un petit ? Quand fera-t-on l'inverse ?

Fig. 4 Grâce au dérailleur, le cycliste dose ses efforts.

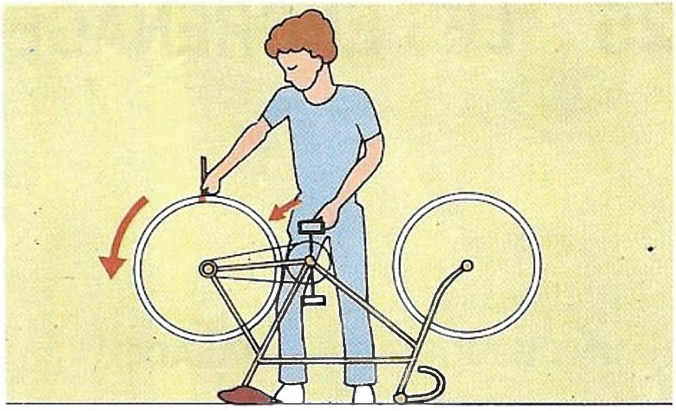


Fig. 2.b Pour un tour de pédale, combien de tours de roue ?

Nombre de dents	Pédalier	Pignon	Développement
Aurélien	42	14	?
Céline	42	18	?
Laurent	48	20	?
Périmètre de la roue : 1,90 mètre			

Fig. 3 Tableau des résultats de Laurent.

Fig. 5 Organes de transmission d'une bicyclette avec dérailleur avant et arrière.

25 LES ENGRENAGES

Fig. 1 Une essoreuse à salade.

1 UNE ESSOREUSE A SALADE

— A quoi sert une essoreuse à salade ?
— Connais-tu une autre machine qui essore, elle aussi ?
— Actionne la manivelle et observe.
— Le panier de l'essoreuse tourne-t-il à la même vitesse que la manivelle ? Pourquoi ?

2 OBSERVONS

— Comment le mouvement de la main est-il transmis au panier ?
— Connais-tu d'autres objets où l'on trouve un engrenage ?

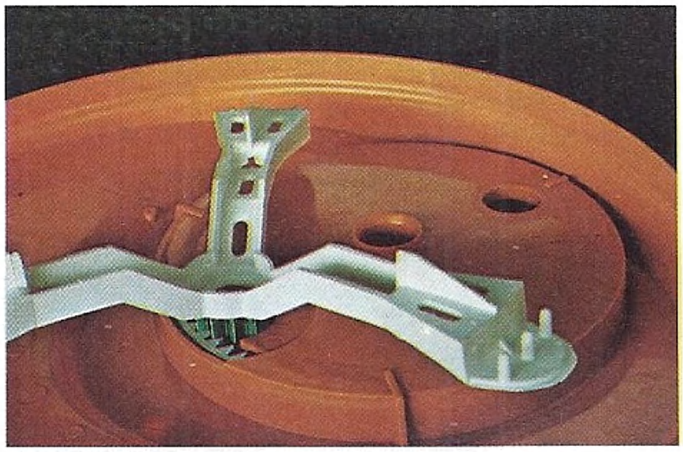


Fig. 2.a On aperçoit l'engrenage de l'essoreuse.

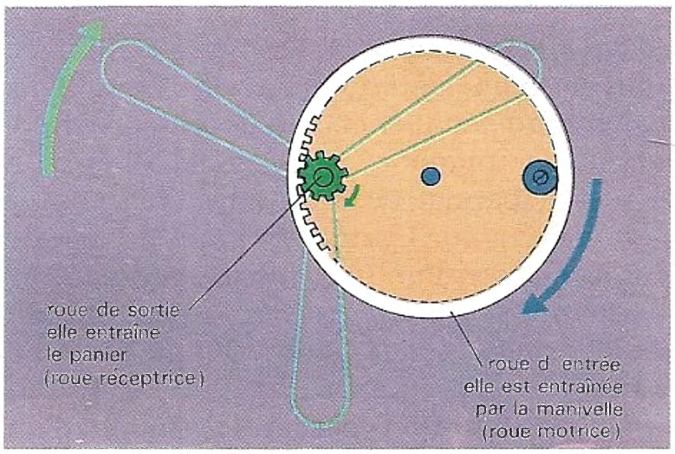


Fig. 2.b Son schéma.

3 EXPÉRIMENTONS AVEC DES ROUES DENTÉES

Tu peux réaliser des montages semblables à ceux de la figure 3. Observe le sens de rotation des roues.
— Quelles règles peux-tu tirer de tes observations ?

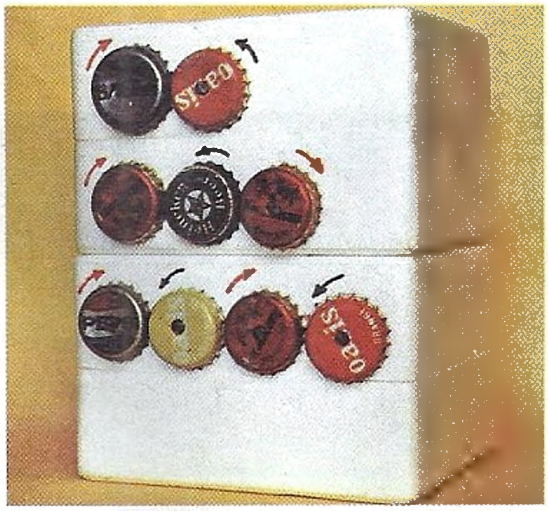


Fig. 3 Quelques montages simples pour observer les sens de rotation. ▶

4 ÉTUDIONS DES ENGRENAGES

Deux roues dentées engrenant l'une avec l'autre constituent un **engrenage.**
— Observe le nombre de dents de chacune des roues dans l'un des exemples d'engrenages (fig. 4).
— Un tour de la grande roue fait défiler combien de dents de la petite roue ? Cela fait combien de tours de la petite roue ?
— Quelle roue tourne donc le plus vite ?
— Vérifie sur la machine.

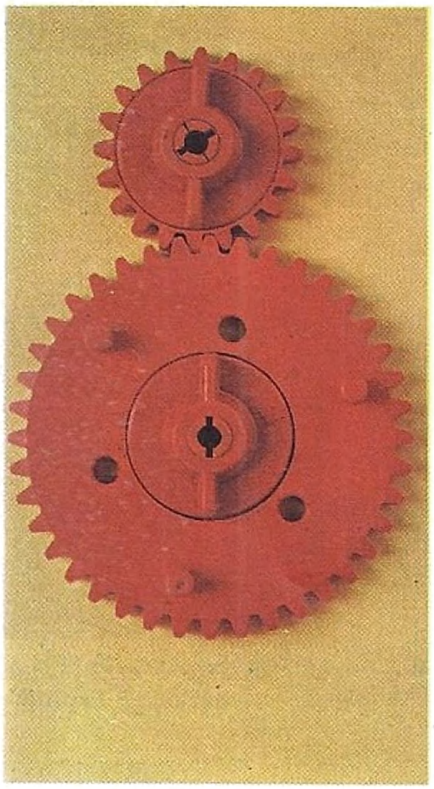


Fig. 4 Un engrenage pour expérimenter. La grande roue porte 40 dents, la petite 20 dents.

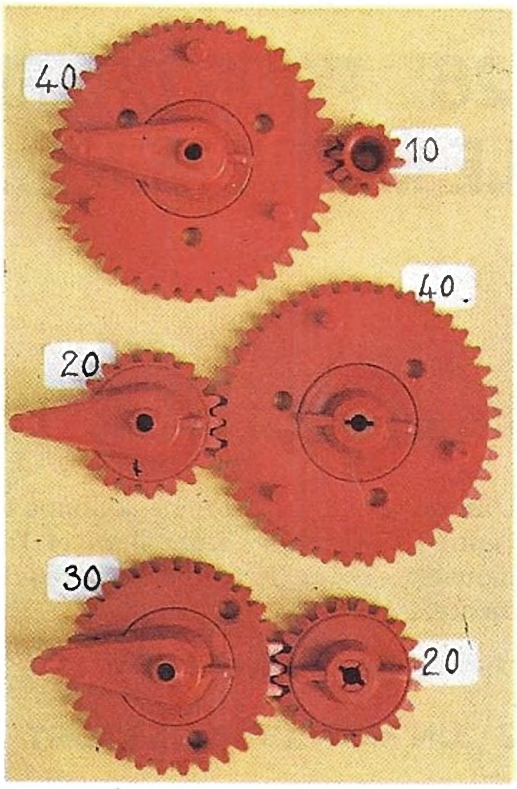


Fig. 5 Trois engrenages simples. Le nombre de dents de chaque roue est indiqué sur la figure.

5 EXPÉRIMENTE AVEC DES ENGRENAGES

La roue d'entrée porte la manivelle (fig. 5).
— Fais tourner la roue d'entrée de 1, puis 2 tours. Combien de tours fait la roue de sortie ?
— Pour 10 tours de la roue d'entrée, combien de tours fait la roue de sortie ?
— Dis, pour chacun de ces engrenages, quelle roue tourne le plus vite.
— Peux-tu énoncer une règle de fonctionnement des engrenages ?

6 SUR UNE MOTO

Observe les figures 6 et 7 de la transmission de moto.
— Établis, dans l'ordre, d'après la figure 6, une liste des organes de la transmission.
— Le contenu de la *boîte de vitesses* est disposé sur la figure 7 dans la même position que sur la figure 6. En observant chaque couple de pignons, ne peux-tu pas désigner celui de chacune des 4 vitesses ?

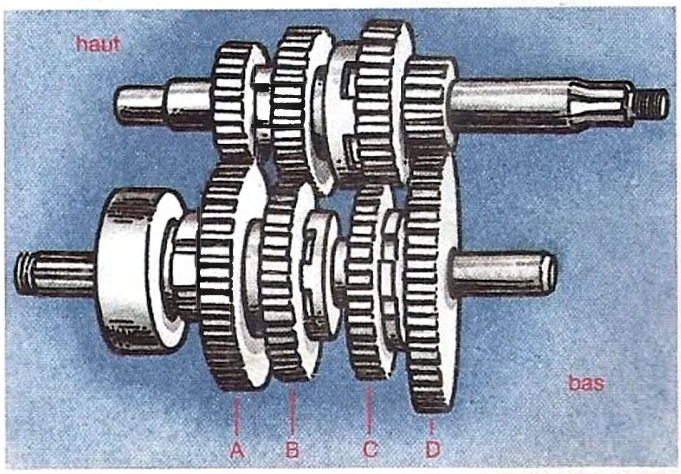


Fig. 6 Organes de transmission d'une moto.

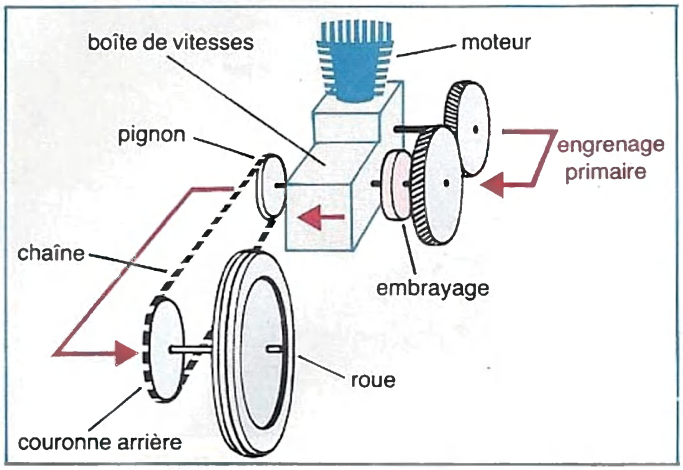
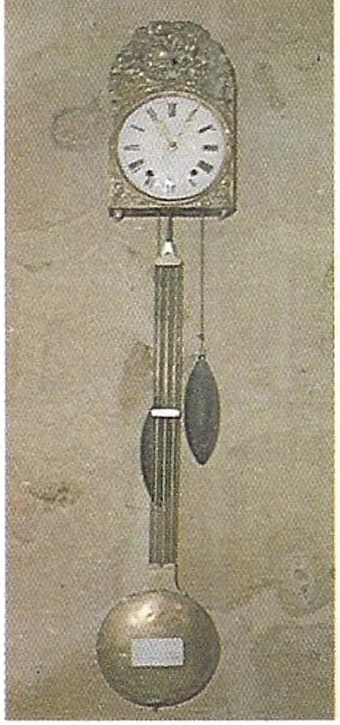


Fig. 7 Intérieur de la boîte de vitesse schématisée sur la figure 6.

26 POUR CRÉER LE MOUVEMENT...

1 UN MOTEUR A POIDS

L'un des poids de l'horloge actionne les aiguilles, l'autre la sonnerie. Dans l'un et l'autre cas le mouvement doit être ralenti et régularisé. Comment l'est-il ?



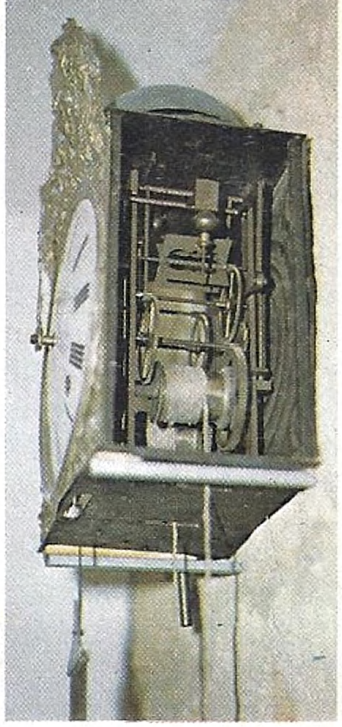


Fig. 1 et 2 Quel « moteur » met en mouvement cette horloge ? Explique comment fonctionne ce « moteur ».

2 UN MOTEUR A RESSORT

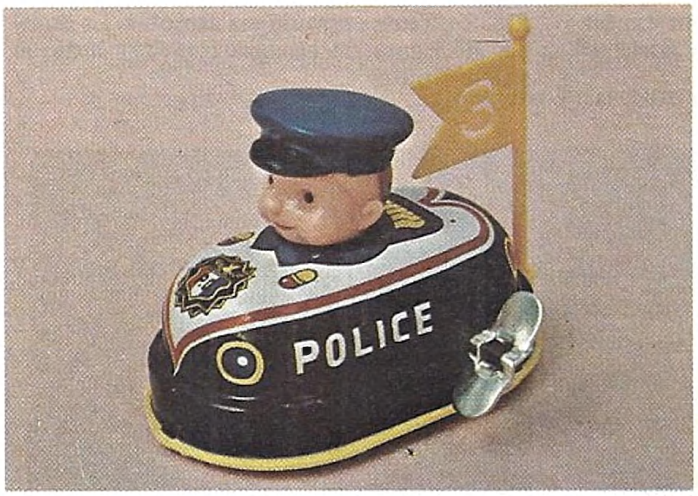


Fig. 3 Quel moteur actionne ce jouet ?

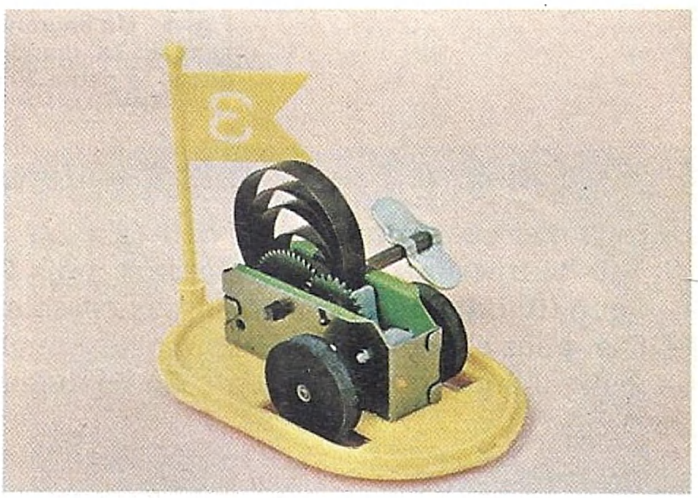


Fig. 4 Explique son fonctionnement. En connais-tu d'autres utilisations ?

3 UN ANCIEN MOULIN A EAU

Fig. 5 Roue à auges d'un vieux moulin. On l'appelle aussi roue à augets, roue à godets. C'est le poids de l'eau qui la fait tourner.

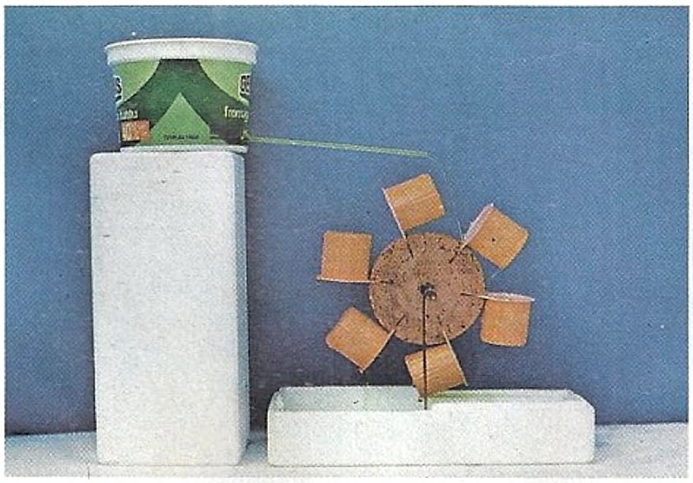


Fig. 6 Tu peux faire une maquette avec des emballages de fromage. Explique le fonctionnement. Cherche une ressemblance avec le moteur de l'horloge.

4 LE MOUVEMENT A PARTIR DU MOUVEMENT

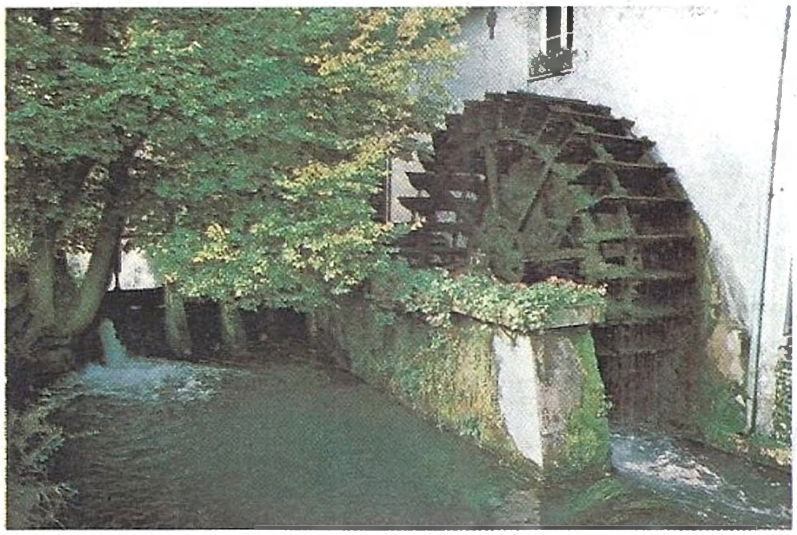


Fig. 7 Roue à aubes de moulin à eau. Elle est entraînée par le courant de la rivière.

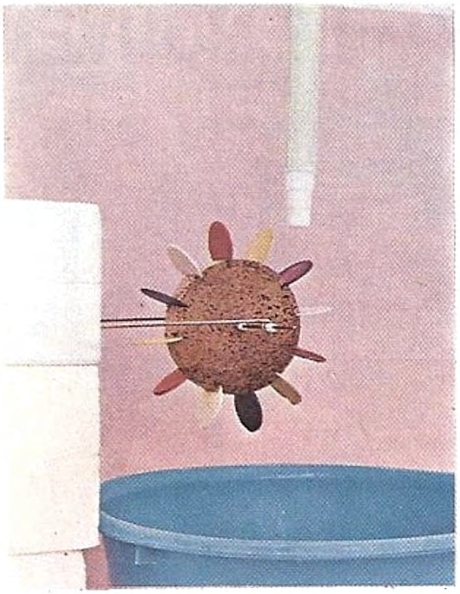


Fig. 8 Fabrique ta maquette et fais-la tourner avec l'eau du robinet.

Fig. 9 Les moulins à vent existent encore en Hollande. Ils pompaient l'eau des marais pour la rejeter à la mer.

Fig. 10 Un petit aérogénérateur. Tu peux fabriquer en classe ce générateur de courant actionné par le vent. Reporte-toi chap. 51 et 52.

5 LE MOUVEMENT A PARTIR DE LA CHALEUR

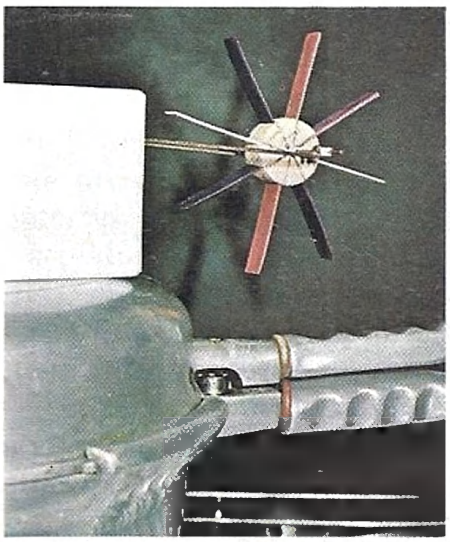


Fig. 11 et 12 A gauche, maquette de turbine actionnée par la vapeur d'un autocuiseur. A droite, un petit moteur à air chaud avec une capsule de yaourt.

On prête à Denis Papin l'idée d'utiliser la force de la vapeur pour actionner certains mécanismes. Nous verrons au chapitre suivant comment cette idée a pris son essor au XIXe siècle.

- Réalise avec une capsule de yaourt le moulinet de la figure 12. Il tourne sur la pointe d'une épingle. (Pour plus de stabilité, place au centre de la capsule la partie mâle d'un bouton-pression).

27 LE MOUVEMENT PAR DES COMBUSTIONS

1 MACHINE À VAPEUR ALTERNATIVE

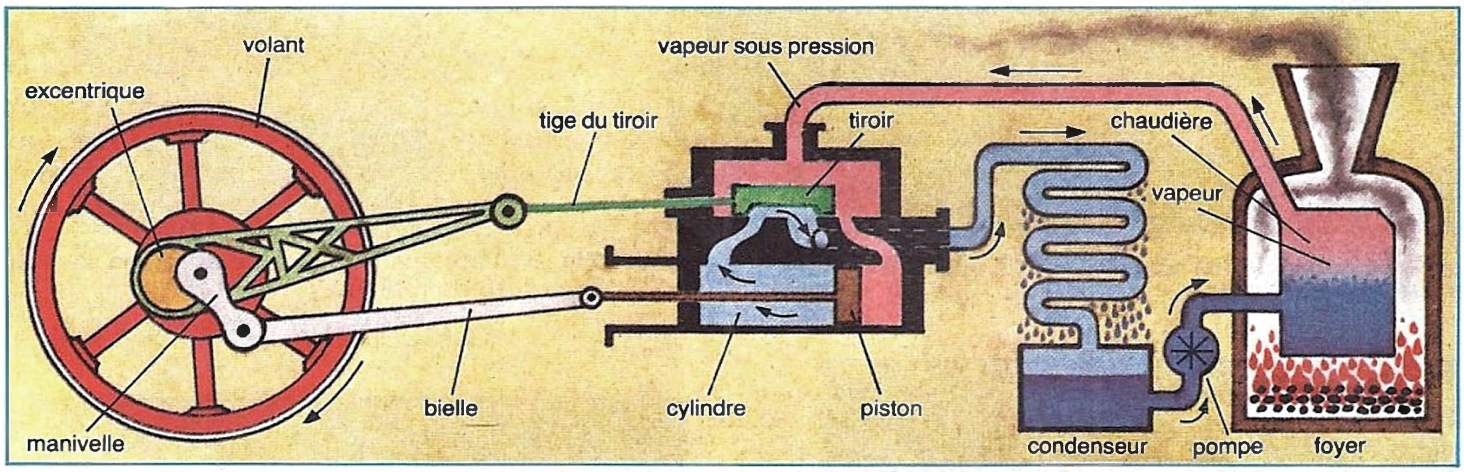


Fig. 1 Schéma d'une machine à vapeur alternative à *double effet.* La vapeur est admise successivement de chaque côté du piston.

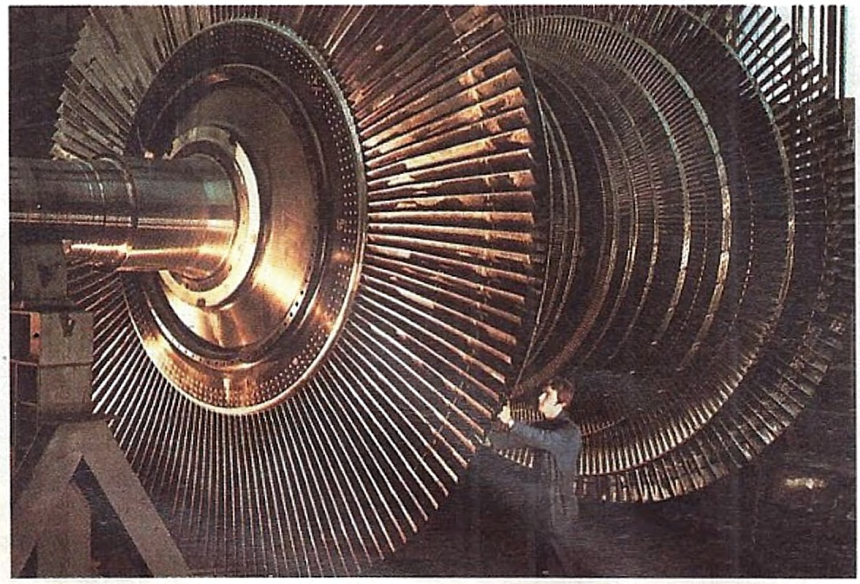
Elle fut inventée en Angleterre au XVIIIe siècle où Watt lui apporta ses plus importants perfectionnements. La figure 1 donne le principe de son fonctionnement.

— Quels changements d'état subit l'eau dans la chaudière ? Dans le condenseur ?

— Quels organes transforment le mouvement alternatif du piston en rotation du volant ?

— Quand le piston aura fini sa course à gauche, l'excentrique aura poussé le tiroir à droite. Explique ce qui se passera alors.

Fig. 2 Machine à vapeur alternative actionnant une batteuse.



2 TURBINE À VAPEUR

Le générateur électrique d'une centrale thermique ou nucléaire est toujours entraîné par une turbine à vapeur (fig. 3).

— En t'inspirant de l'expérience de la figure 11, au chapitre 26, explique son fonctionnement.

Fig. 3 Rotor de turbo-alternateur.

3 MOTEURS À COMBUSTION DANS LE CYLINDRE

a) Moteur à quatre temps (fig. 4). Un mélange d'air et d'essence pulvérisée est produit dans le carburateur. Aspiré par la descente du piston, il pénètre entièrement vaporisé dans le cylindre.

— Explique d'après les figures ce qui se passe ensuite.

— Combien y a-t-il de tours du vilebrequin par allumage de la combustion ?

b) Moteur diesel. Il est assez semblable au précédent, mais n'a ni carburateur ni bougie d'allumage. Il a par contre un injecteur qui injecte (au 3e temps) le carburant : le *gazole.* Celui-ci, au contact de l'air chaud comprimé par le piston, s'enflamme spontanément. Ce qui rend inutile un système d'allumage.

— Récapitule les différences entre les moteurs 4 temps et diesel.

c) Moteur deux temps. Si ce moteur t'intéresse, reporte-toi page 135.

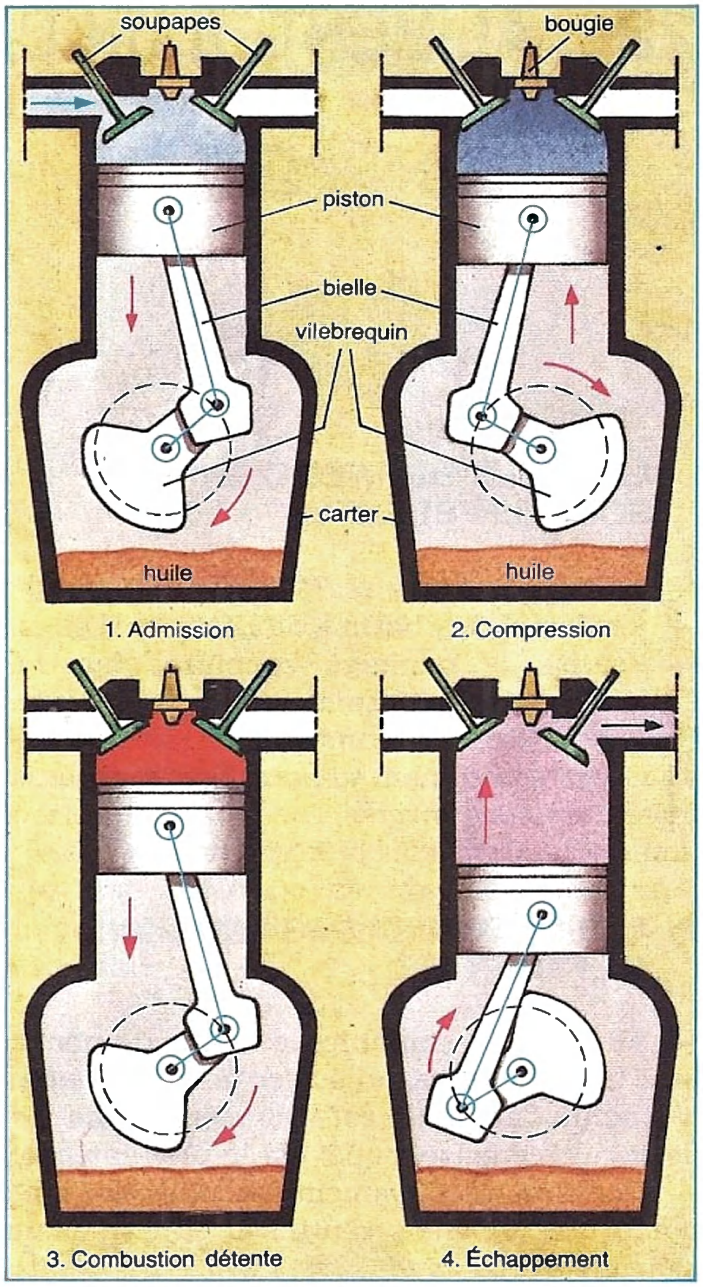


Fig. 4 Le moteur à 4 temps. En bleu, le mélange d'air et d'essence; en rouge, la combustion; en noir, les gaz brûlés. Entre les deux soupapes la bougie dont l'étincelle électrique allume en 3 le mélange. (L'ouverture des soupapes est commandée par l'arbre à cames).

4 LES TURBOMOTEURS

Ni cylindre ni piston dans ces moteurs qui équipent les avions modernes. Le compresseur comprime l'air admis à l'avant pour brûler, dans la chambre de combustion, le carburant, appelé *kérosène.*

Avant de s'échapper vers l'arrière, le jet puissant des gaz brûlés actionne la turbine qui entraîne le compresseur. C'est l'éjection des gaz vers l'arrière qui provoque la propulsion (réaction).

— Quelle différence montre la figure 4 entre turboréacteur et turbopropulseur ?

L'aéronautique utilise trois sortes de moteurs :

- à pistons pour les petits avions;
- turbopropulseurs pour les petits avions de transport;
- turboréacteurs pour les longs courriers.

— Peux-tu citer des noms d'avions ayant l'un ou l'autre de ces moteurs ?

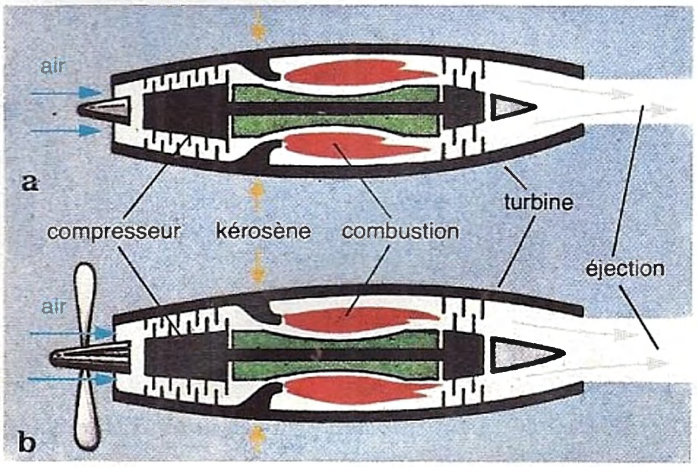


Fig. 5 Dans un *turboréacteur* (a), la propulsion est assurée par la seule éjection des gaz. Dans un *turbopropulseur* (b) elle est complétée par l'action d'une hélice.

28 ALIMENTER UN CIRCUIT ÉLECTRIQUE

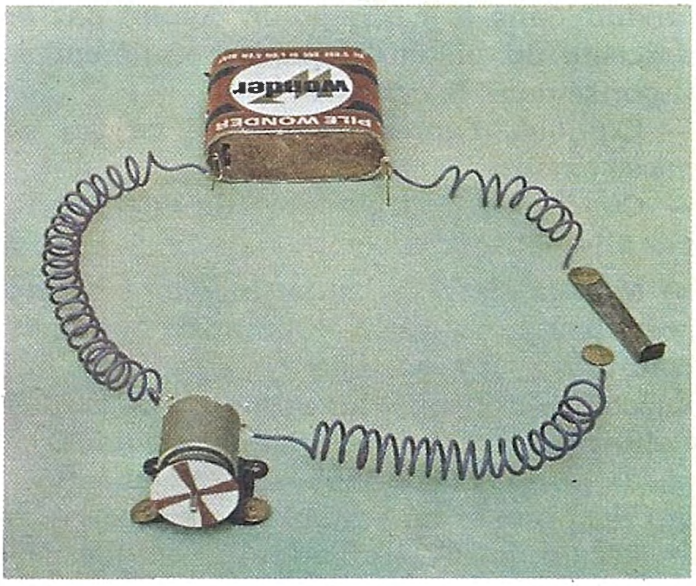


Fig. 1 Le petit disque de papier collé sur l'axe du moteur montre le sens dans lequel tourne celui-ci.

1 LES DEUX BORNES D'UNE PILE SONT DIFFÉRENTES

— Observe une pile plate et une pile ronde.
— Recherche les **bornes** de chacune d'elles.
— Réalise le montage ci-contre (fig. 1). Observe dans quel sens tourne le moteur. Fais le schéma du montage.
— Cherche comment tu peux faire tourner le moteur en sens inverse.

2 LES PILES ONT DES TENSIONS DIFFÉRENTES

— Allume une ampoule de lampe de poche avec une pile plate, puis avec une pile ronde. L'éclat de l'ampoule est-il le même dans les deux cas ? Précise lequel est le plus intense.
— Examine attentivement les piles et l'ampoule que tu viens d'utiliser. Relève pour chacune d'elles la **tension,** exprimée en **volts** (V).
Connais-tu des piles ayant une autre tension ?

3 UNE LAMPE ALIMENTÉE PAR PLUSIEURS PILES

— Peut-on disposer les piles n'importe comment ?
— Dans quel cas la lampe a-t-elle un éclat normal ?
— Cite des appareils ou des jouets alimentés par plusieurs piles.
— Retire à nouveau les piles et l'ampoule de la lampe pour expérimenter.

Fig. 2 Ces piles fournissent des tensions différentes. Elles n'ont pas le même usage.

Fig. 3 Une lampe-torche et les trois piles rondes qui l'alimentent.

4 ASSOCIONS NOS PILES EN SÉRIE

— Allume ton ampoule avec deux piles rondes. Comment dois-tu les disposer ? Qu'observes-tu dans d'autres cas ? Conclus.
— Ajoute à tes deux piles bien disposées une troisième pile pour allumer ta lampe. Qu'observes-tu ? Conclus.
— Comment calcules-tu la tension d'un groupe de piles identiques associées en série ? (fig. 4).

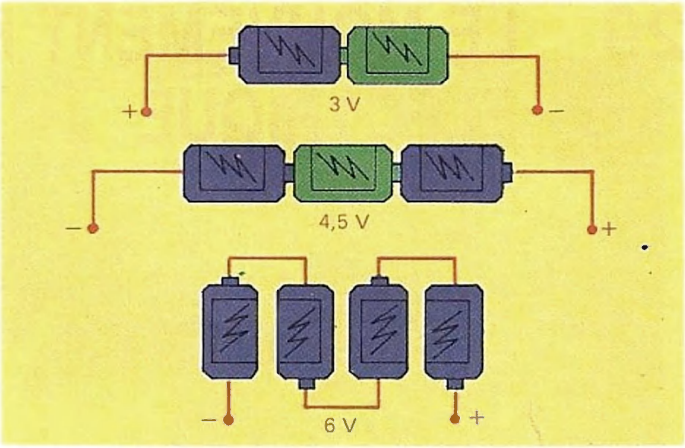


Fig. 4 Piles rondes associées en série.

5 LE CIRCUIT ÉLECTRIQUE D'UNE BICYCLETTE EST ALIMENTÉ PAR UNE GÉNÉRATRICE

Repère sur la photo le phare, la génératrice et sa roue striée, appelée galet.
— Que faut-il faire pour que l'ampoule du phare brille ?
— Pourquoi le galet de la génératrice est-il strié ?
Le galet frotte contre le pneu.
— Fais tourner la roue lentement, rapidement. Que remarques-tu ?
— La génératrice de bicyclette est-elle comme la pile un « réservoir d'énergie » ?

Fig. 5 Pour des raisons de sécurité, la génératrice est maintenant entraînée par la roue arrière.

6 LES DANGERS DU COURANT QUI ALIMENTE LES MAISONS

— Lis l'article du journal ci-dessous (fig. 6).
— Peux-tu citer des exemples personnels d'accidents graves dont tu as entendu parler ?
— Si tu as un train électrique fonctionnant sur une prise de courant, quel appareil interposes-tu pour le faire marcher ? Quel est son rôle ?

LA MORT DU CHANTEUR CLAUDE FRANÇOIS

... Pour Claude François, une applique lumineuse ne pouvait pas être de travers. Il se lève dans son bain, tend la main pour la redresser. C'est le drame. Il a le temps d'appeler sa jeune femme. Dans les secondes qui suivent, elle est là, elle comprend, elle appuie sur l'interrupteur et coupe le courant. Trop tard. Les agents voisins, un médecin réanimateur, arrivés dans les minutes qui suivent, ne parviendront pas à le ranimer.
... Sur les cent personnes qui sont électrocutées chaque année à Paris, rares sont celles qu'on peut ramener à la vie. L'imprudence des victimes est souvent à l'origine de ces accidents.

France-Soir, 14 mars 1978

Fig. 6

29 LE MOUVEMENT PAR LE COURANT ÉLECTRIQUE

1 UN ÉLECTRO-AIMANT

— Fabrique l'électro-aimant de la figure 1. Il te faut une bobine de fil vide. Enroule sur celle-ci une centaine de tours d'un fil électrique isolé émaillé (fil que l'on peut récupérer sur certains accessoires de voiture hors d'usage). Place un gros clou dans l'axe de la bobine.

— Expérimente avec une pile électrique pour découvrir un nouvel effet du courant : l'**effet magnétique.**

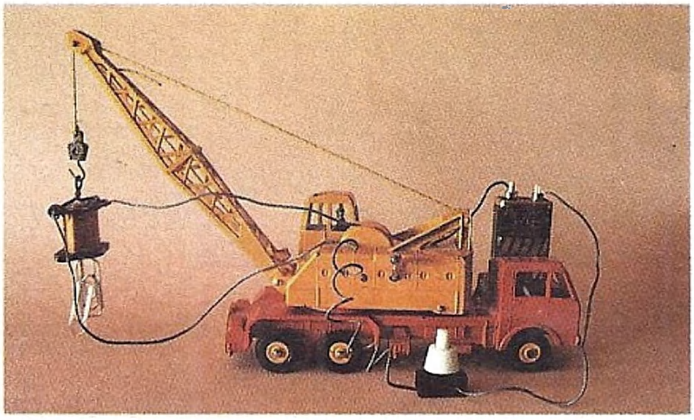


Fig. 1 Grue-jouet fonctionnant avec un électro-aimant. Tu peux fabriquer toi-même celui-ci.

2 UNE SONNERIE ÉLECTRIQUE

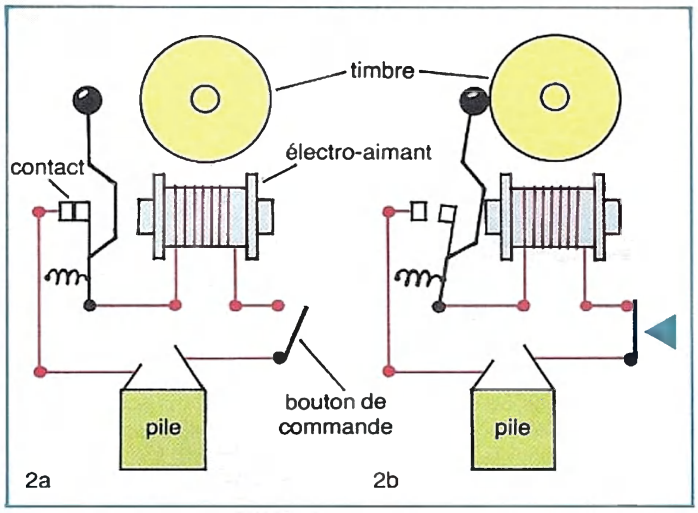
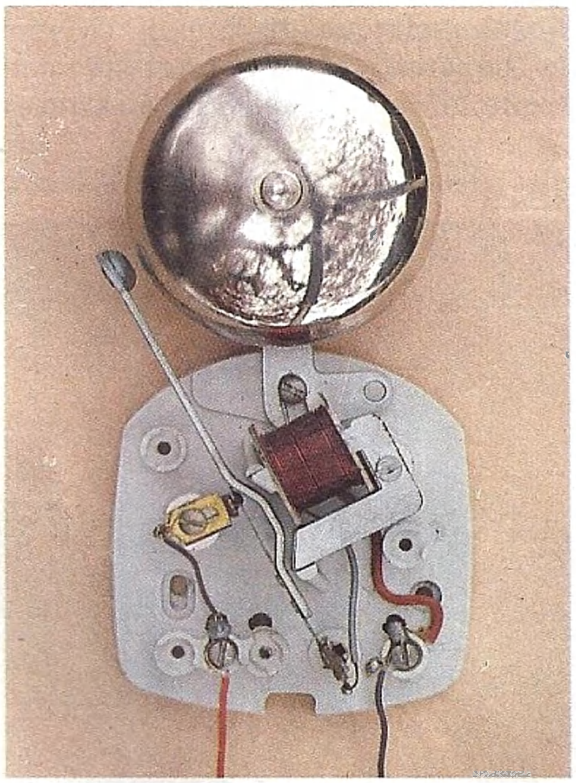


Fig. 2a Schéma de la sonnerie et de son circuit quand on ne pousse pas sur le bouton.

Fig. 2b Explique ce qui se passe quand on maintient poussé le bouton.



Sonnerie électrique ne pouvant fonctionner avec une pile. (D'autres, un peu différentes, ne fonctionnent que sur le secteur).

3 COMMANDER À DISTANCE

Un électro-aimant permet de commander à distance un mouvement par simple action sur un bouton.

— Cherche des exemples à la maison, sur une automobile...

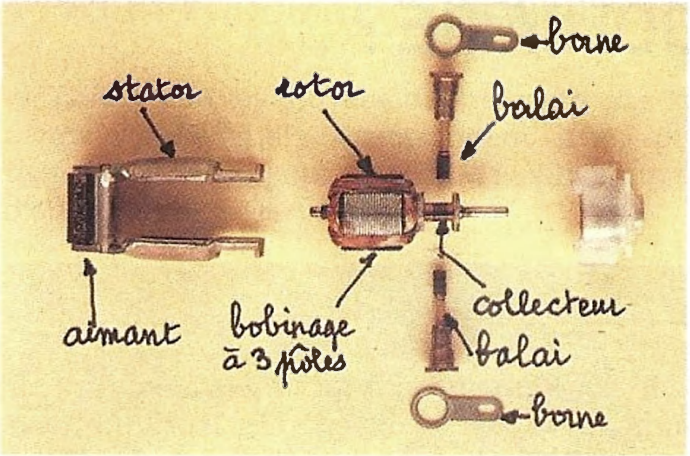


Fig. 3 Moteur-jouet de la figure 1 démonté. Le stator est constitué par un aimant. Le rotor, à trois pôles, est alimenté par deux balais qui frottent sur un collecteur.

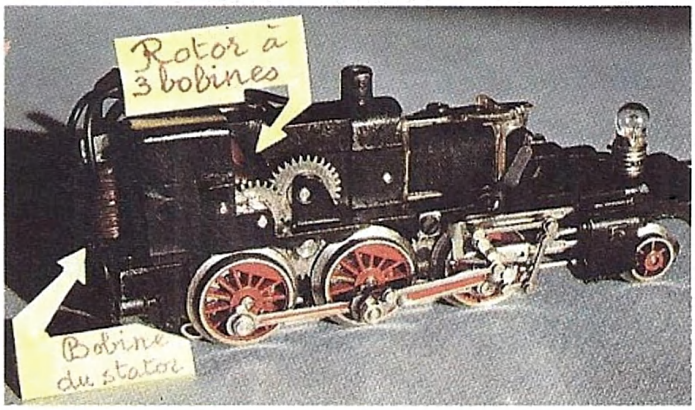


Fig. 4 Moteur d'un train électrique-jouet alimenté par un transformateur abaisseur de tension 220 V/20 V.

4 UN MOTEUR ÉLECTRIQUE À AIMANT

— Observe (fig. 3) la partie fixe, le **stator.** Approche de lui un objet en fer.
— Décris la partie qui tourne, le **rotor.** Comment lui parvient le courant électrique ? Ce moteur fonctionnerait-il sur un courant alternatif ? (Rappelle-toi ce qui se passe si on inverse les bornes de la pile.)

5 UN MOTEUR TOUT ÉLECTRIQUE

— Quelle différence présente le stator du moteur de la figure 4 avec le précédent ?
— En général, ces moteurs ne changent pas de sens si on inverse le sens du courant qui les alimente. Ils fonctionnent donc en courant alternatif.

6 LES MOTEURS ÉLECTRIQUES À LA MAISON

Le courant électrique ne sert pas qu'à nous éclairer ou à nous chauffer. Il actionne à la maison de nombreux moteurs électriques.
— Dresse une liste de ceux dont tu connais l'existence chez toi :
- dans la cuisine,
- ailleurs dans la maison.

— Observe celui de la figure 5. Est-il très différent des précédents ?

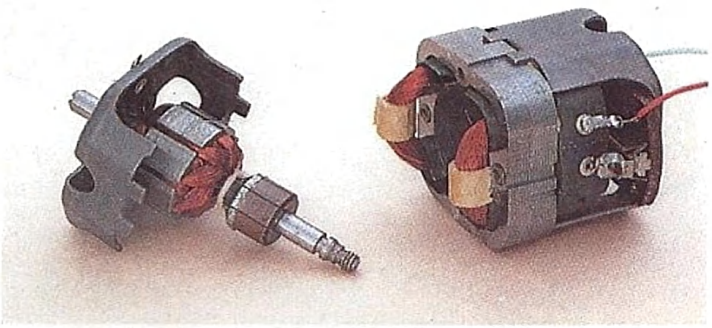


Fig. 5 Moteur électrique de sèche-cheveux. A droite, le stator, un électro-aimant dont on voit deux enroulements. A gauche, le rotor qui présente 8 pôles et un collecteur à 8 lames.

PISTES DE RECHERCHE

Relie aux bornes d'une petite ampoule, les bornes d'un petit moteur jouet à aimant. Fais-le tourner rapidement (par exemple, à l'aide d'un autre moteur). La petite ampoule s'allume. Que peux-tu conclure ?

Nous utiliserons ce résultat dans la fabrication de notre aérogénérateur aux chapitres 51 et 52.

30 L'ÉNERGIE POUR QUOI FAIRE ?

1 POUR CHAUFFER NOS MAISONS, CUIRE NOS ALIMENTS

— Cite les différents moyens de chauffage utilisés de nos jours pour chauffer les maisons, cuire les aliments. Précise pour chacun d'eux les avantages et les inconvénients, l'origine de la chaleur produite.

Fig. 1 Dans certaines régions, le feu de bois constitue la principale source de chaleur.

Fig. 2 Table de cuisine mixte : gaz-électricité.

2 POUR NOUS ÉCLAIRER

— Quel est le moyen d'éclairage utilisé aujourd'hui dans les maisons, les bureaux, les rues, les stades... ?

— La consommation d'électricité augmente la nuit venue. Explique pourquoi. Cite des moyens d'éclairage employés autrefois.

Fig. 3 Paris la nuit.

3 POUR PRODUIRE DES MATÉRIAUX, DES ALIMENTS, DES OBJETS

Fig. 4 et 5 Quelle source d'énergie utilise-t-on pour fondre le minerai ? pour actionner la moissonneuse-batteuse ?

4 POUR PRODUIRE LE MOUVEMENT

— Quels sont les moyens de transport que tu connais ? Lesquels fonctionnent avec un moteur ? Précise pour chacun d'eux la source d'énergie utilisée.

Fig. 6 En ville aux heures de pointes !

Fig. 7 Le puissant engin de levage permet l'assemblage rapide de la grue.

5 POUR COMMUNIQUER

Si tu veux savoir le temps qu'il va faire dans les prochains jours, quels moyens as-tu de prendre connaissance du bulletin météorologique ? (Indique quatre façons différentes). Précise pour chacune les avantages et les inconvénients.
Pour fonctionner, un talkie-walkie, un téléphone-jouet, un poste de radio, de télévision ont-ils besoin d'énergie ? Justifie tes réponses.

Fig. 8 Le pylône supporte les antennes de radio.

Fig. 9 Le Minitel et le téléphone ont besoin d'énergie électrique.

6 L'ÉNERGIE EST INDISPENSABLE AUX ÊTRES VIVANTS ET AUX MACHINES

a) Pour grandir et agir, les hommes et les animaux dépensent une partir des réserves énergétiques de leur organisme. Le **joule** est l'unité de mesure de l'énergie. Pour nager, un homme dépense 2 400 000 joules par heure. Pour lire, écouter, un homme dépense 400 000 joules par heure.
Comment compensons-nous ces pertes ?
b) Renseigne-toi sur la consommation électrique d'une machine à laver, d'un poste de télévision couleur.
Pour fonctionner, les machines consomment de l'énergie.

31 LES CENTRALES ÉLECTRIQUES

1 CENTRALES HYDRAULIQUES

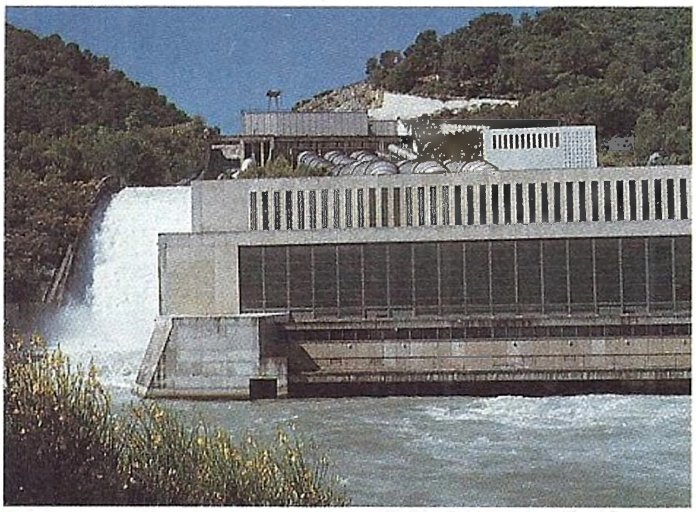


Fig. 1 La centrale d'éclusée de St-Estève-Janson.

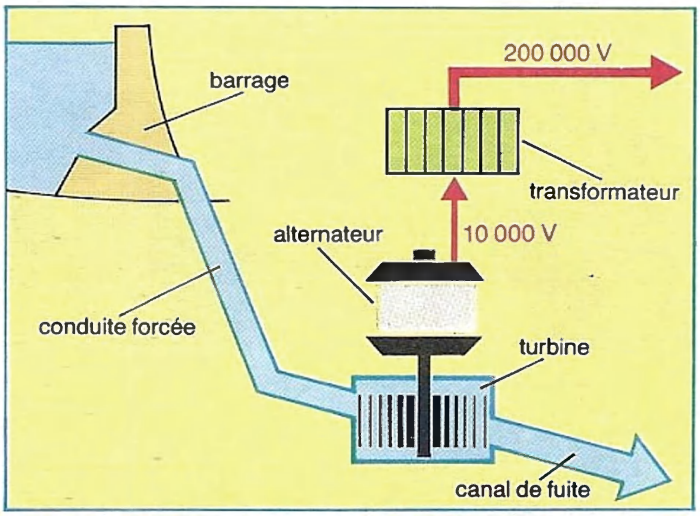


Fig. 2 Schéma d'une centrale hydraulique.

Les figures ci-dessus représentent une **centrale hydraulique d'éclusée.** L'eau qui coule à gauche dans le toboggan n'alimente pas l'usine. Elle est en trop.

— Retrouve sur la photographie de la centrale de Saint-Estève Jeanson les conduites forcées, l'usine, le canal de fuite.

— Précise le chemin parcouru par l'eau à partir du barrage ainsi que la position de la turbine par rapport au barrage.

— Connais-tu un autre type de centrale hydraulique ? Justifie ta réponse.

On trouve des centrales hydrauliques dans les Alpes, les Pyrénées, le Massif Central, la vallée du Rhône, l'Alsace. Pour quelles raisons a-t-on choisi ces régions ?

2 CENTRALES THERMIQUES CLASSIQUES

Fig. 3 La centrale thermique au charbon de Montceau-les-Mines.

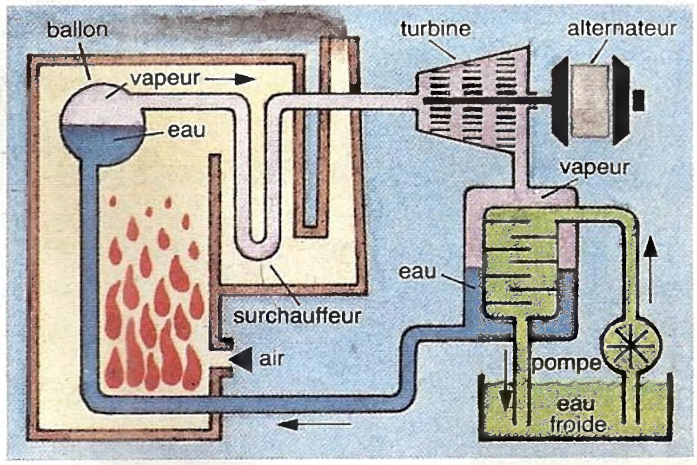


Fig. 4 Schéma d'une centrale thermique classique.

Au bas de la page précédente, voici une **centrale thermique.**

— Décris le chemin suivi par l'eau dans le circuit de la chaudière.

— Dans quels appareils l'eau change-t-elle d'état ? Précise le nom de ces transformations.

— Quels sont les combustibles utilisés pour alimenter les chaudières ?

— Quelles parties de la centrale thermique reconnais-tu sur la photographie (fig. 3) ? Précise leurs noms.

— Les centrales thermiques implantées dans la région du Nord et à Paris produisent 42 % de la production annuelle d'électricité d'origine thermique. Quelles explications donnes-tu à cette concentration ?

3 CENTRALES NUCLÉAIRES

— Sur le schéma ci-dessous de la **centrale nucléaire,** repère le circuit du réacteur, le circuit de la turbine et le circuit du condenseur. Précise l'état de l'eau dans chacun des circuits.

— Sur la photo, indique la situation des réacteurs et des condenseurs.

— Renseigne-toi sur la situation géographique des centrales nucléaires en France. Quelles sont les raisons de ces choix ?

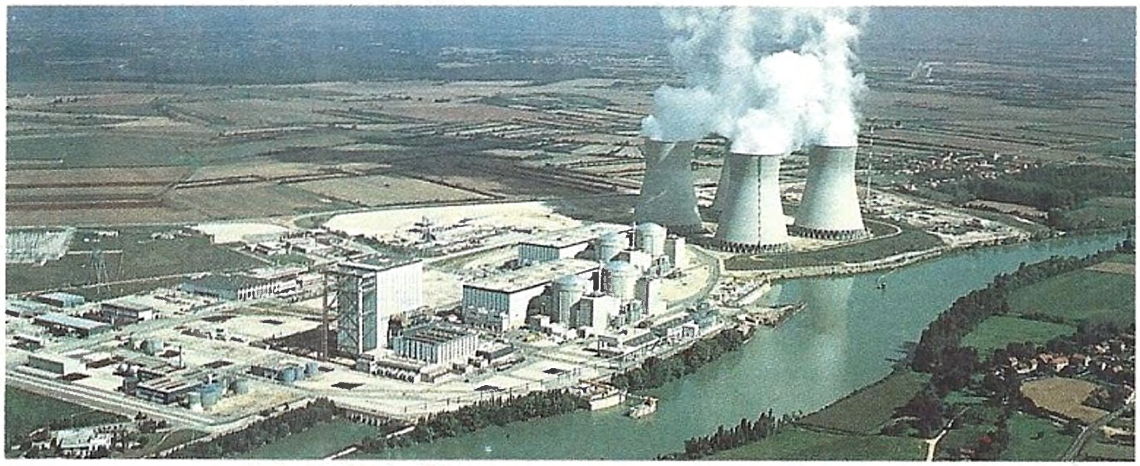


Fig. 5 Centrale nucléaire du Bugey.

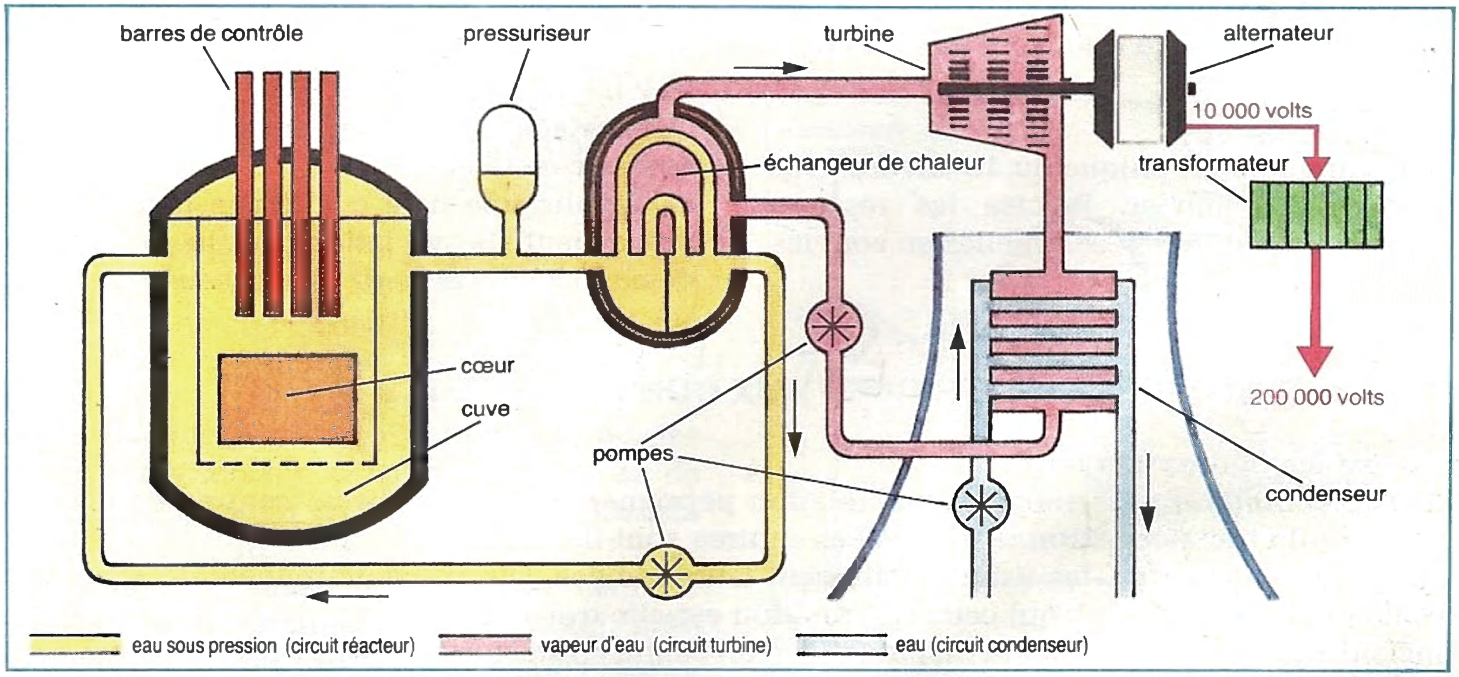


Fig. 6 Schéma d'une centrale nucléaire à eau sous pression.

32 DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE EN FRANCE

1 COMMENT VARIE LA PUISSANCE ÉLECTRIQUE DEMANDÉE ?

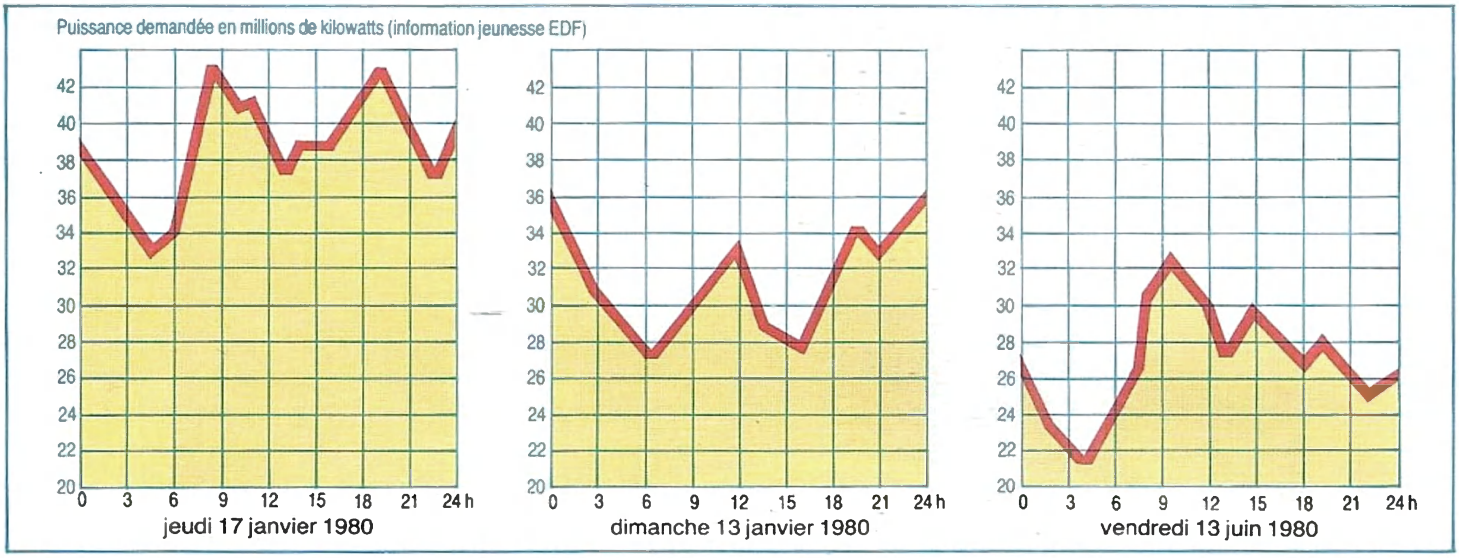


Fig. 1 Fig. 2

Puissance demandée en millions de kilowatts.

Observe la figure 1.

— A quelle heure de la journée la puissance électrique demandée est-elle maximale ? A quelle heure est-elle minimale ?

— Quelles activités provoquent des pointes de consommation ? A quoi sont dus les creux de consommation ?

Observe la figure 2.

— Compare le graphique du 13 janvier avec celui du 17 janvier. Précise les ressemblances et les différences. Quelles en sont les raisons ?

Observe la figure 3.

— Avec lequel des deux graphiques précédents peux-tu comparer celui du 13 juin ? Pourquoi ?

— Relève les puissances demandées le 13 juin et le 17 janvier aux heures suivantes : 6 h, 9 h, 15 h, 18 h, 24 h. Note tes remarques. Quelles sont les causes possibles des différences constatées ?

— Établis une liste des divers facteurs qui provoquent la variation de la puissance demandée au cours de la journée.

2 DES CENTRALES ÉLECTRIQUES AUX CONSOMMATEURS

Observe les figures 4 et 5.

Le *dispatching* ou répartiteur est en relation permanente avec les divers centres d'interconnexion et de transformation. Avec qui ces centres sont-ils reliés ?

Lorsque la nuit tombe, les usagers allument leurs lampes. Qui constate immédiatement cette demande d'électricité ? A qui cette information est-elle transmise ?

Quel ordre peut alors donner le dispatching à un centre d'interconnexion ? A qui le centre va-t-il le transmettre ?

En utilisant le schéma ci-dessous (fig. 5), indique :
— Quelle est la tension fournie par les alternateurs ?
— Quelle est la tension utilisée par les usagers ordinaires ?
Quelle est la tension utilisée par la grande industrie et la S.N.C.F. ?
— Sous quelles tensions est transportée l'électricité en France ?

Fig. 4 Le dispatching constitue le « cerveau » du système de distribution de l'énergie électrique.

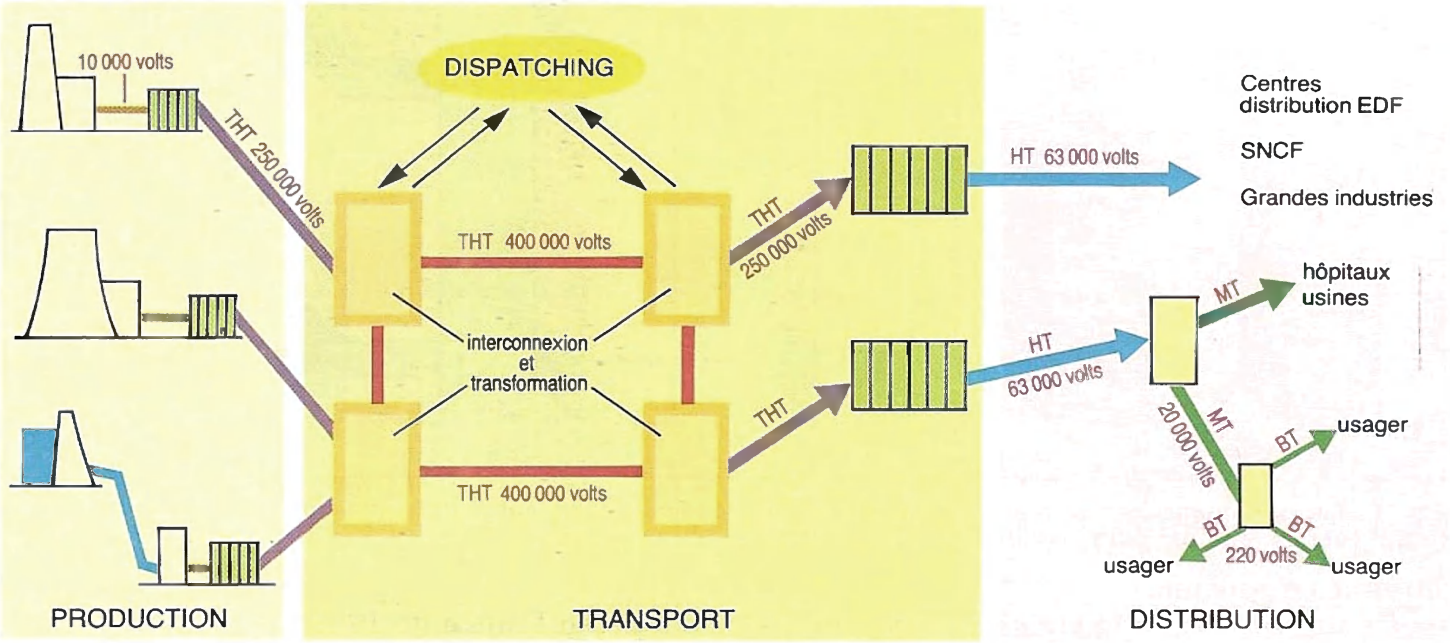


Fig. 5 Des centrales électriques aux consommateurs.

Arrive-t-il qu'un quartier, un village soient privés d'électricité pendant des heures ?

Quelles peuvent être les causes d'une telle panne ?
Quelles en sont les conséquences pour les usagers ?

3 COMMENT FAIRE FACE AUX POINTES DE CONSOMMATION ?

Observe la figure 6.
— Compare les courbes correspondant respectivement à la production *thermique* et à la production *hydraulique*. Quelles remarques fais-tu ?
— A quelles heures se sont produites les pointes de consommation ? A quel type de centrale a-t-on fait appel pour répondre à la demande ? Pourquoi ?
— Pour une cause imprévue, une centrale doit arrêter sa production d'électricité. Imagine la suite des informations, décisions, ordres transmis pour remédier à cet incident.

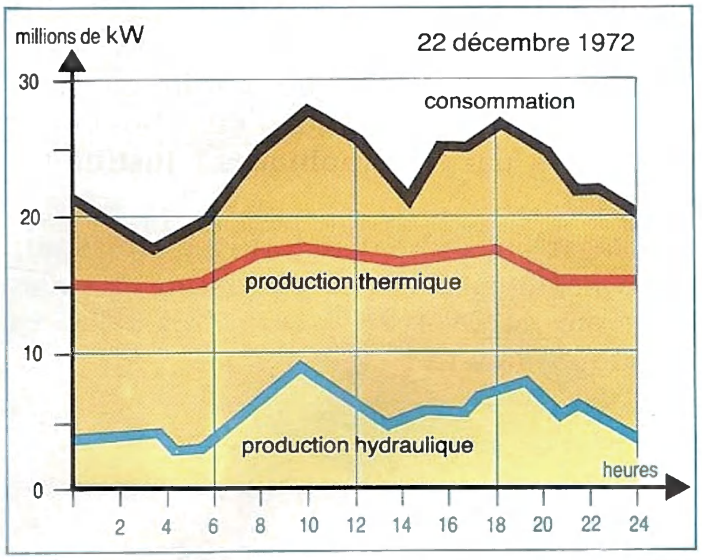


Fig. 6 Une turbine de centrale hydraulique peut être mise en route en quelques minutes.

33 LES SOURCES D'ÉNERGIE - LA CRISE

1 ÉVOLUTION DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE EN FRANCE

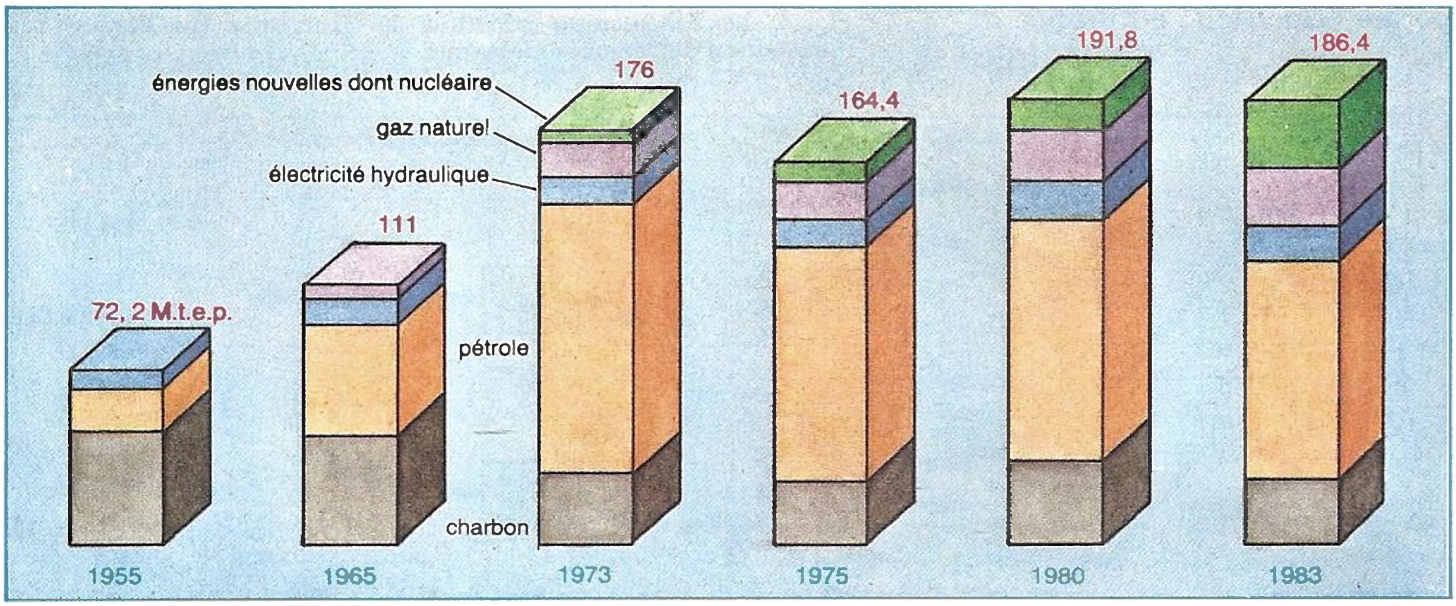


Fig. 1 Les consommations sont exprimées en millions de tonne équivalent pétrole (M.t.e.p.).
t.e.p. : énergie produite par la combustion d'une tonne de pétrole.

Observe ce schéma.
— Comment a varié la consommation totale d'énergie en France de 1955 à 1983 ?
— Quelles sources d'énergie n'étaient pas utilisées en 1955 ? en 1965 ?
— Quelles remarques peux-tu faire à propos des consommations de pétrole, de gaz naturel, de charbon, d'électricité hydraulique ?

Observe la figure 2.
— En quelles années la consommation totale d'énergie passe-t-elle par un maximum ?
— Tu as fait des remarques sur les consommations de pétrole, gaz, etc. Sont-elles confirmées par les graphiques ? Justifie tes réponses.
— Classe par ordre d'importance croissante les consommations des différentes sources d'énergie en 1960-1970-1975-1982. Quelles remarques fais-tu ?

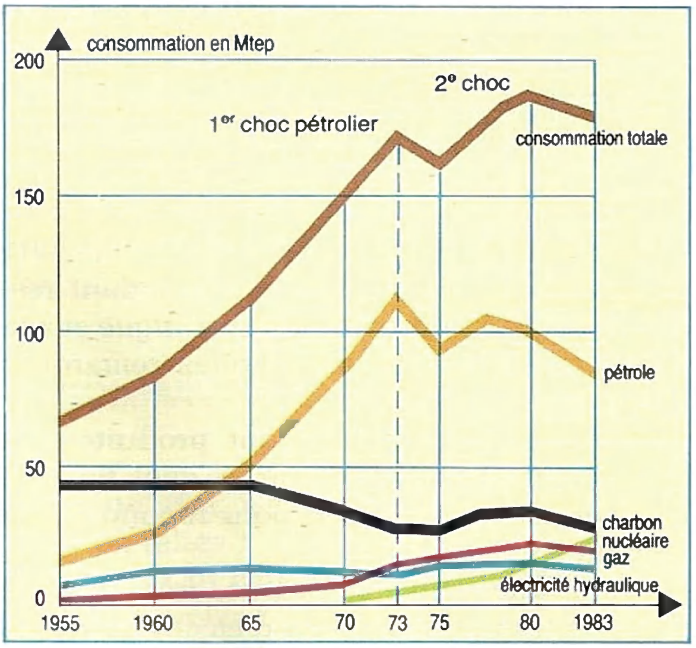


Fig. 2 Variations des consommations des différentes sources d'énergie en France.

2 LA PRODUCTION D'ÉNERGIE EN FRANCE EST-ELLE SUFFISANTE ?

— Indique pour chacune des sources d'énergie si notre production est suffisante ? Insuffisante ? Lesquelles devons-nous acheter ?
— Précise les quantités de pétrole que nous avons dû importer en 1965, 1975, 1983. Dans quelles régions extrait-on du pétrole en France ?
— Comment a évolué la production du charbon en France durant ces vingt dernières années ? Cite des régions productrices de charbon.
— Quelle est la source d'énergie dont la production a augmenté depuis 1970 ?

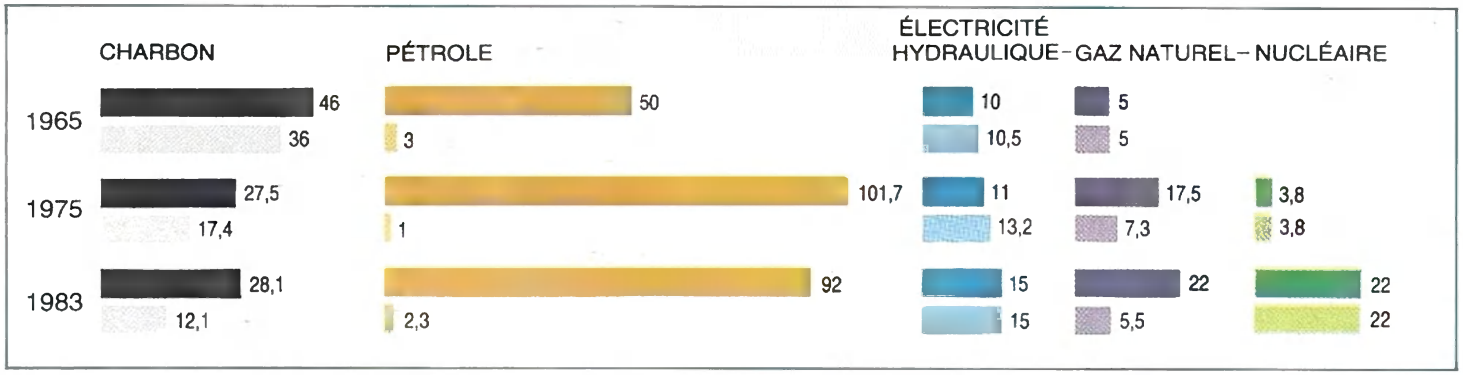


Fig. 3 Les productions sont indiquées en dessous. Consommations et productions sont exprimées en M.t.e.p.

3 LES CHOCS PÉTROLIERS DE 1973 ET 1980

— Calcule l'augmentation du prix du litre de fioul domestique de 1973 à 1974, de 1979 à 1980, de 1979 à 1981.
— Par combien a été multiplié le prix du litre de fioul de 1973 à 1974 ? de 1973 à 1983 ?
— Connais-tu d'autres produits pétroliers dont le prix a fortement augmenté en 1973 et en 1980 ? Lesquels ?

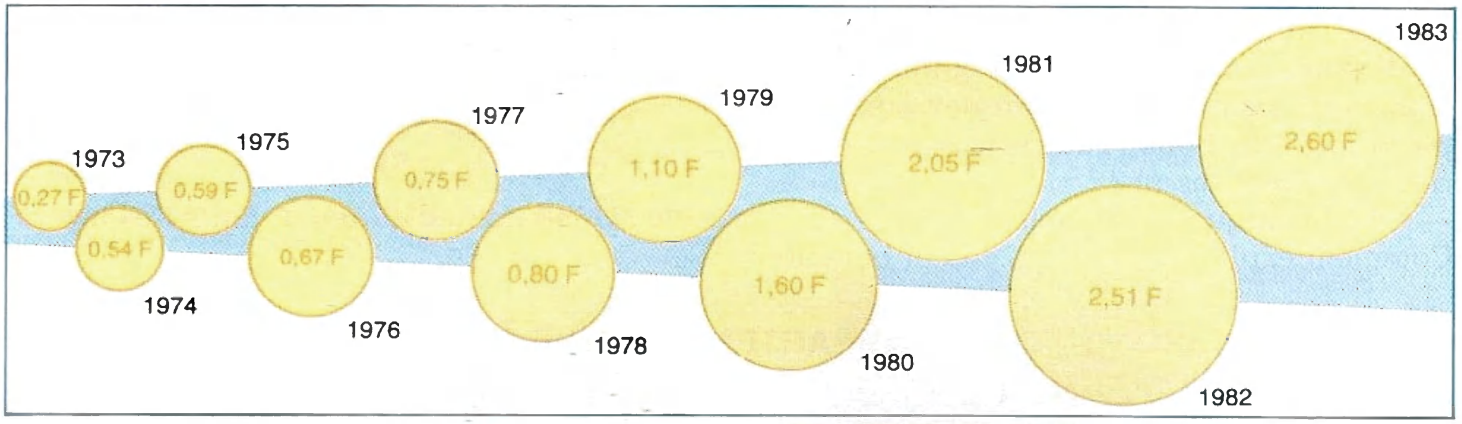


Fig. 4 Variation du prix du litre de fuel domestique. Va-t-il continuer d'augmenter ?

4 COMMENT NOUS PARVIENNENT CES PRODUITS ?

Le gaz naturel peut être transporté :
— sous forme de gaz sous pression dans des canalisations de plusieurs centaines de kilomètres : les gazoducs,
— sous forme de gaz liquéfié dans des cargos spéciaux : les méthaniers.
Comment transporte-t-on le pétrole ?

Fig. 5 Dans un méthanier, le méthane liquide doit être maintenu à la température de − 160 °C.

34 ÉCONOMISONS L'ÉNERGIE

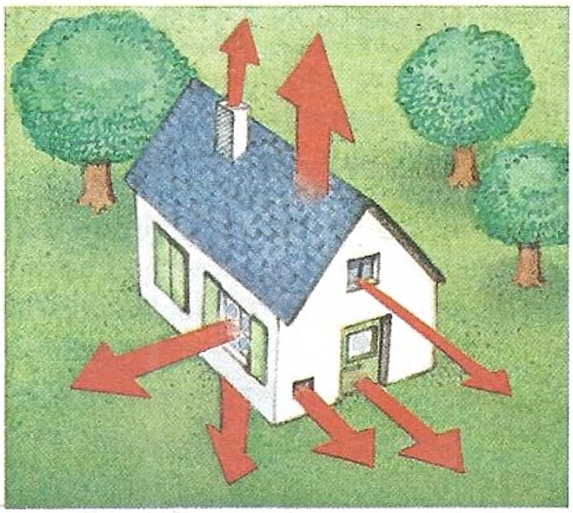


Fig. 1 Que de pertes de chaleur dans cette maison

1 LES DÉPERDITIONS THERMIQUES

— Dresse la liste des différentes parties de la maison (figure 1) par lesquelles « s'échappe » la chaleur en hiver. N'est-ce pas par les mêmes parties que la chaleur « entre » en été ? Justifie ta réponse.
— Indique quelques moyens simples pour remédier à ces déperditions de chaleur.

Fig. 2

2 UNE BOÎTE QUI NE CONSERVE PAS QUE LE FROID

— Comment expliques-tu le rôle de la boîte (figure 2) pour conserver la crème glacée ?
— Ce qui conserve le froid ne devrait-il pas conserver aussi le chaud ?
Pour le vérifier, on a rempli d'eau chaude deux pots de yaourt et on a plongé dans chacun un thermomètre. L'un des pots a été placé dans la boîte, l'autre laissé à l'extérieur. Qu'observes-tu ?
— Que remarques-tu au sujet du poids de cette boîte ? Connais-tu d'autres *isolants* très légers ? Comment expliques-tu qu'ils soient isolants ?

3 COMMENT ISOLE-T-ON UN APPARTEMENT, UNE MAISON ?

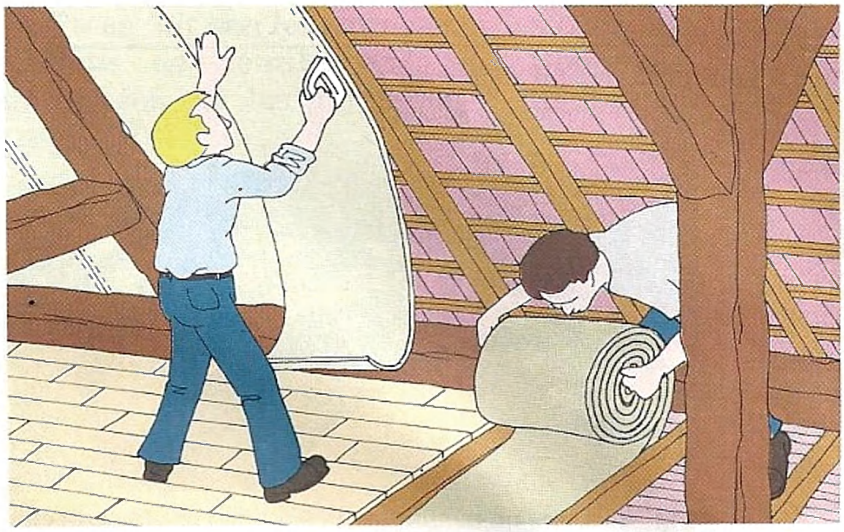


Fig. 3a Isolation d'un grenier.

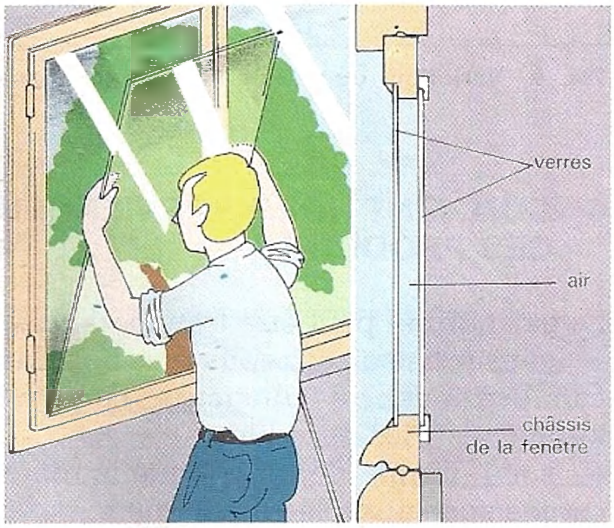


Fig. 3b Isolation d'un appartement.

4 UTILISONS LES TRANSPORTS EN COMMUN

Consommation par voyageur-kilomètre en *gramme équivalent pétrole* (gep).

Voiture petite cylindrée conducteur seul en ville	67 gep
Métro parisien	23 gep
Voiture 7 CV autoroute (2 personnes)	35 gep
Autocar	21 gep
T.G.V.	17 gep

— Économise-t-on de l'énergie en utilisant les transports en commun ? Pourquoi ?

— Pourquoi est-il conseillé, pendant la période des vacances, d'étaler les départs en voiture ?

Fig. 4 Sur l'itinéraire Paris-Lyon, le TGV est plus économique que l'avion.

5 ÉVITONS LES GASPILLAGES D'ÉNERGIE

— Cite des moyens simples d'éviter les gaspillages d'énergie à la maison, à l'école, à l'usine, dans la conduite d'une automobile.

Fig. 5 Des gestes simples, de bonnes habitudes à prendre pour économiser l'énergie.

— La limitation de vitesse sur les routes est-elle une mesure d'économie d'énergie ? N'a-t-elle par un autre but ? Lequel ?

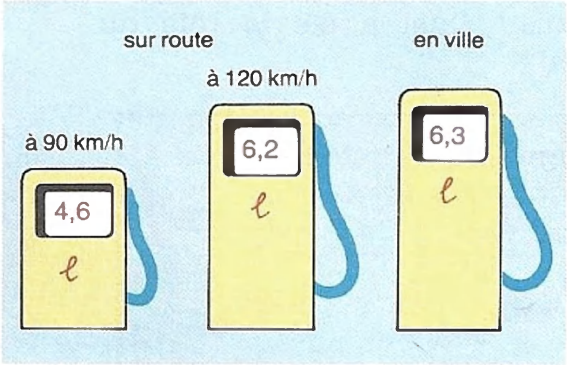


Fig. 6 Consommation d'une Renault 5 TL aux 100 km en « super ».

6 RÉCUPÉRONS LE VERRE, LE PAPIER, L'ALUMINIUM...

— Cite des emballages alimentaires contenant de l'aluminium.

— Quels indices te permettent de distinguer les quatre métaux suivants : l'aluminium, le fer, le cuivre et le plomb ?

— Renseigne-toi sur le procédé de fabrication du verre. Que devient le verre quand on le chauffe ?

— En recyclant le papier, nous sauvons des arbres, nous économisons de l'eau et de l'électricité. Explique pourquoi.

— Récupère-t-on d'autres matériaux ? Lesquels ?

Fig. 7 Les containers facilitent la récupération de l'aluminium, du verre, des vieux papiers.

35 LE SOLEIL NOTRE SOURCE D'ÉNERGIE

1 LE SOLEIL A L'ORIGINE DES COMBUSTIBLES FOSSILES (CHARBON, PÉTROLE, GAZ)

La houille provient de la fermentation et de la décomposition à l'abri de l'air de débris végétaux accumulés par les eaux, il y a des millions d'années.
— Quelle est l'origine de ces débris végétaux ?
— Quelles différences et quelles ressemblances existe-t-il entre la formation du charbon et celle du pétrole ? Quel a été le rôle du Soleil ?

Fig. 1 Les fossiles nous permettent-ils de comprendre l'origine végétale de la houille ?

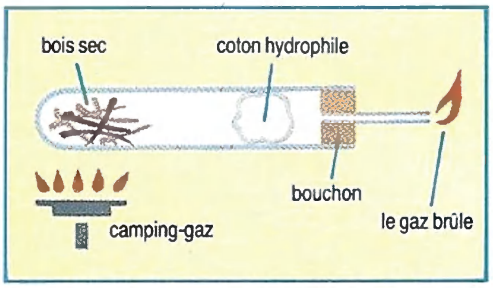


Fig. 2 Fabriquer du charbon de bois et du gaz combustible, c'est simple !

ORIGINE DU PETROLE

Selon la théorie la plus répandue, le pétrole proviendrait de minuscules organismes végétaux et animaux mêlés à des boues et des sables. Au cours des millénaires, cette matière organique se serait transformée en pétrole naturel.

Fabrique du charbon de bois et du gaz en chauffant du bois sec (fig. 3) à l'abri de l'air.
— Comment montres-tu l'existence du gaz qui se forme ?
— A la fin de l'expérience, que reste-t-il dans le tube à essais ? Qu'observes-tu sur le coton ?

2 C'EST LE SOLEIL QUI ALIMENTE EN EAU BARRAGES ET RIVIÈRES

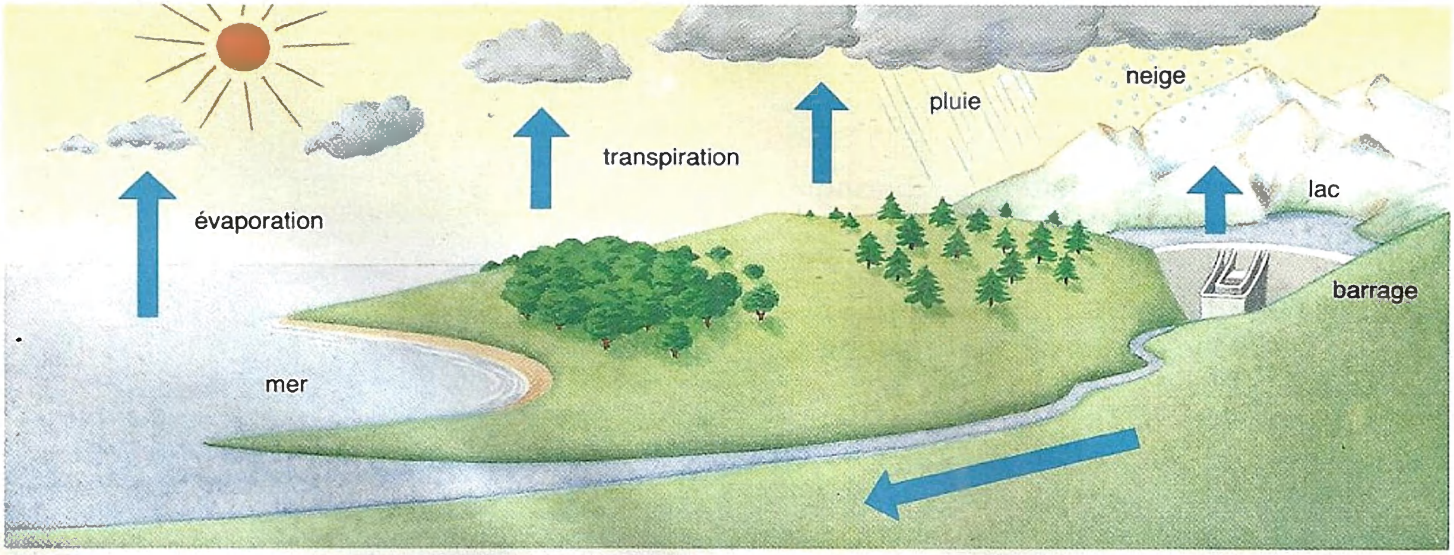


Fig. 3 Quel travail colossal fournit le Soleil en alimentant lacs, glaciers, rivières avec l'eau prise à la mer !

3 LE SOLEIL À L'ORIGINE DES VENTS

L'air le plus chaud monte, l'air le plus froid descend. Ainsi de l'air froid va remplacer de l'air chaud et des courants vont prendre naissance dans l'air.

— Confectionne un moulinet en papier et place-le au-dessus d'une source de chaleur (radiateur, flamme de bougie). Que fait le moulinet ? Explique son mouvement.

— Pourquoi le Soleil est-il à l'origine des vents ?

— Cite quelques applications utilitaires de l'énergie du vent.

Fig. 4 Un catamaran peut atteindre la vitesse de 30 nœuds, soit près de 50 km/h.

4 LE SOLEIL, SOURCE DE CHALEUR

Fig. 5 Four solaire d'Odeillo : la température peut y atteindre 3 800 °C.

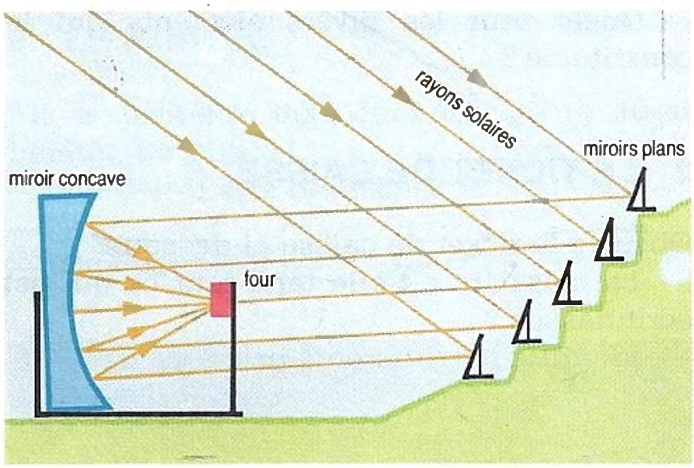


Fig. 6 Principe du four solaire.

— Repère sur la photo (fig. 5) le miroir concave, les miroirs plans, le four solaire indiqués sur la figure 6. Explique le rôle des différents éléments du four solaire.

— Les miroirs plans sont mobiles. Quelle en est la raison ?

— Place au soleil deux thermomètres semblables. Le réservoir de l'un d'eux a été recouvert de gouache noire. Qu'observes-tu au bout de quelques minutes ?

— Recommence l'expérience en recouvrant le réservoir de gouache blanche. Quelle conclusion tires-tu ?

— Observe la figure 7, précise et explique la position et la situation des capteurs solaires par rapport au Soleil.

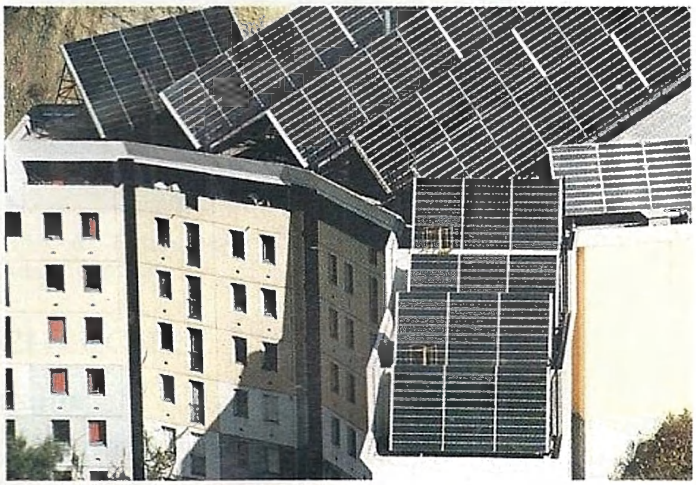


Fig. 7 Les panneaux solaires captent l'énergie transportée par les radiations solaires.

36 ENQUÊTE : INFORMATIQUE ET SOCIÉTÉ

1 AU SUPERMARCHÉ

Sur la photo ci-contre, tu peux voir une caissière au travail.
Après avoir fait une enquête, essaie de répondre aux questions suivantes :
— Comment s'appelle l'appareil qu'elle utilise ?
— Est-ce simplement une calculatrice perfectionnée ?
— Cet appareil fonctionne-t-il tout seul, sans être relié à un autre ?
— Quels sont les divers éléments qui le constituent ?

Fig. 1 Les clients déposent leurs achats sur le tapis roulant. Que fait la caissière ?

2 LE TICKET DE CAISSE

Observe le ticket de caisse ci-dessous.
— La caissière a-t-elle tapé tout ce qui est écrit dessus ?
— Identifie les différents prix à payer.

```
  62
SCAROLLE          F7.90
  3        X3.15
  77
UHT CORA          F9.45
  34
CONCOMBR          F7.95
 160
TOURN 1L          F8.45
  3        X5.40
032 CULTURE      F16.20
014 EPI-SEC       F5.40
  2        X7.95
010 LIQUIDE      F15.90
000111
 D H P            F5.40
065 CHAUSSU     F125.00
TOTAL           F201.65

RECU            F250.00
RENDU            F48.35
```

Fig. 2

3 AU BUREAU DE RÉSERVATION

— Observe la figure 3. A la S.N.C.F., ou dans une agence de tourisme, des personnes demandent une réservation de places pour un voyage.
— Quel appareil utilise l'employé ?
Cet appareil n'est pas indépendant. Il y en a d'autres dans d'autres agences, dans d'autres villes.
— Comment ce système fonctionne-t-il ?
Imagine comment tout cela est relié pour pouvoir fonctionner (par exemple, pour ne pas louer deux fois la même place).

Fig. 3 Des étudiants s'inscrivent à l'Université. Le nombre de places est limité pour certains enseignements.

4 CHAÎNE DE MONTAGE D'AUTOMOBILES

Observe cette photo montrant une étape dans la construction d'une automobile.
— Qui travaille ? — Où sont les ouvriers ?

Fig. 4 Les éléments de la carrosserie sont assemblés par des « bras robots » articulés.

5 AU SECRÉTARIAT

Cette dactylo est en train de taper du courrier.
— Quelle machine utilise-t-elle ?
— Quelles sont les différences avec une simple machine à écrire, mécanique ou électrique ?

Fig. 5 La dactylo peut vérifier son texte sur l'écran avant d'en commander l'impression sur le papier.

6 LE MINITEL

Tu as peut-être déjà chez toi, ou tu auras bientôt, un Minitel.
— Où doit-il être branché ?
— Pourquoi ?
— Que permet-il ?

Fig. 6 Grâce au Minitel, on peut consulter l'annuaire électronique.

PISTES DE RECHERCHE

1 Cite d'autres exemples où intervient l'informatique.

2 Des magasins utilisent déjà un « lecteur optique » pour lire les « codes barres ». Quelles sont les différences avec le code tapé au clavier ?

3 Quelles sont les transformations opérées dans la société pour les quelques exemples précédents ?

37 LA CALCULETTE

Fig. 1 Une calculette classique.

1 OBSERVONS UNE CALCULETTE

— Tu as, sans doute, déjà utilisé une calculette. Pour quoi faire ?
— De quoi se compose une calculette, quand on l'observe simplement de l'extérieur ?
— Peux-tu imaginer ce qu'il y a à l'intérieur ? Si oui, écris la liste des éléments que tu juges indispensables au fonctionnement.

2 UTILISONS UNE CALCULETTE

— Effectue d'abord quelques calculs simples. Par exemple : 38 × 27; 23 × 13; ...
— Décris les « opérations » (manipulations) que tu dois effectuer, dans l'ordre, pour obtenir le résultat souhaité.
— Effectue des opérations « en chaîne ».
Du point de vue mathématique, est-il correct d'écrire : 3 + 4 × 5 = 35 ?

Fig. 2 Fabrice vérifie son opération à l'aide d'une calculette.

3 RELEVONS NOS OBSERVATIONS

— Prends ta calculette, mets-la en fonctionnement, pour effectuer le calcul simple suivant : 58 + 34.
— Recopie le tableau ci-dessous, puis complète-le.

ce que je tape	ce que je vois
touche ON	0
5	
8	
+	

Fig. 3 Alexandra a commencé à remplir le tableau. Est-ce correct ?

4 . RÉFLÉCHISSONS

Au cours de l'utilisation précédente, que devient le nombre 58 ...
... quand on tape sur la touche [+] ?
... quand on tape sur la touche 3 pour commencer à former le nombre 34 ?
... est-il perdu ? si non, où va-t-il ?
— Quand on tape sur la touche [=], d'où provient le nombre qui apparaît ?

5 OBSERVONS L'INTÉRIEUR

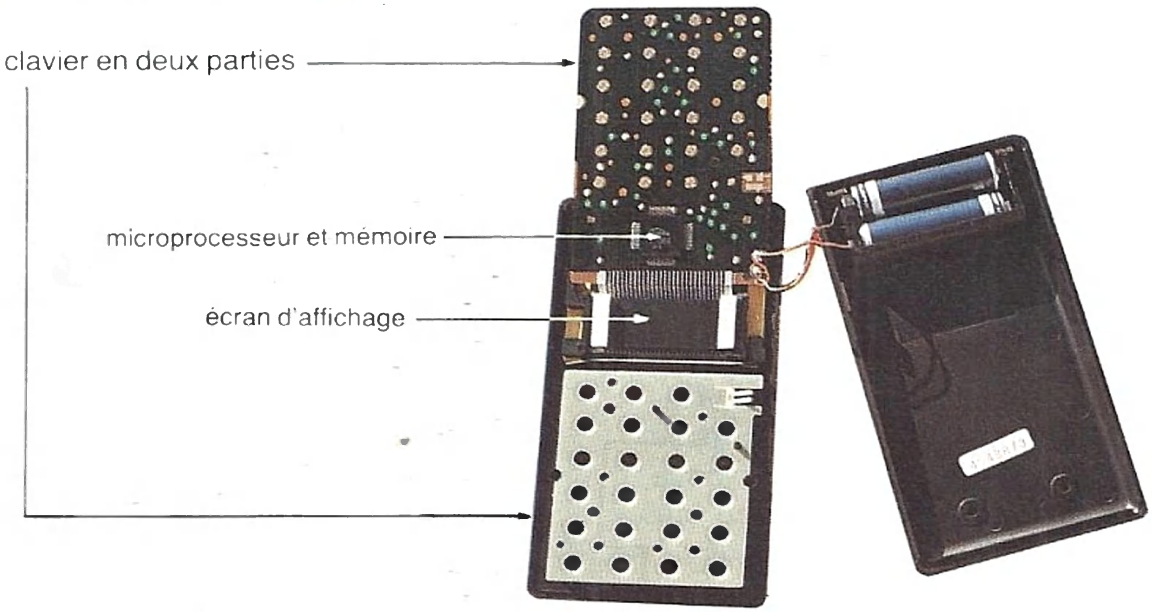


Fig. 4 L'intérieur de la calculette de la figure 1.

Si tu possèdes une vieille calculette qui ne fonctionne plus et que tu peux démonter, ouvre-la, observe l'intérieur. Sinon, regarde la photo ci-dessus.
— Qu'y a-t-il à l'intérieur de la calculette ?
— Quel est l'élément qui te semble le plus important ?

6 SCHÉMATISONS

Schéma fonctionnel de la calculette.
— Reproduis sur ton cahier le schéma fonctionnel ci-contre, puis indique par des flèches les sens de circulations des informations à l'intérieur de la calculette.

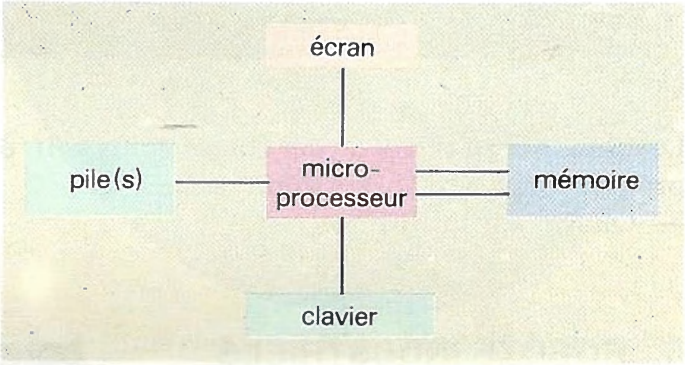


Fig. 5 Schéma fonctionnel de la calculette.

PISTES DE RECHERCHE

1 Si ta machine est munie des touches M+, M−... utilise-les pour effectuer des opérations moins simples. Exemple : (43 × 9) − (84 − 7) + (12 × 4).

Dessine le schéma fonctionnel d'une telle calculette.

2 Comment utiliser la calculette pour obtenir le quotient entier et le reste d'une division : (39; 7) → (5; 4) ?

38 OBJETS PROGRAMMABLES

Fig. 1 Sans ses vêtements, le « serveur de thé » laisse voir son mécanisme.

1 LES ANCÊTRES

Cet automate qui d'habitude porte des vêtements que l'on a enlevés pour qu'on puisse voir son mécanisme, ne s'anime et n'avance que lorsque l'on pose une tasse pleine sur son plateau (fig. 1).

— Explique pourquoi.
— D'où provient son énergie ?
— Quand et comment s'arrête-t-il ?
— Connais-tu des objets semblables ?

2 OBJETS USUELS

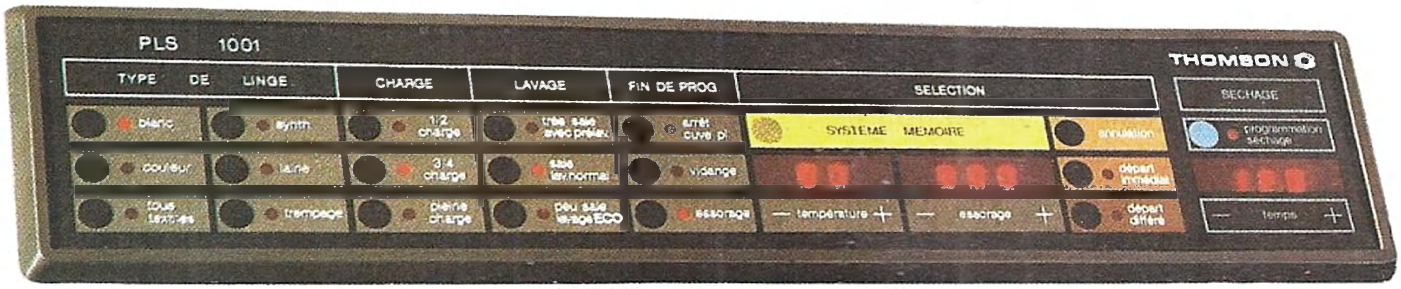


Fig. 2

Les machines à laver le linge sont soit à programmes, soit programmables.

— Quelle est la différence ?
— Que peut-on programmer ?
— Cite d'autres objets usuels dits programmables.

3 ROBOTS INDUSTRIELS

Voici sur la photo ci-contre des robots industriels au travail.

— Peux-tu dire quelle est leur fonction ?
— Il y a d'autres robots à d'autres postes de travail dans une chaîne de montage d'automobiles. Que font-ils ?

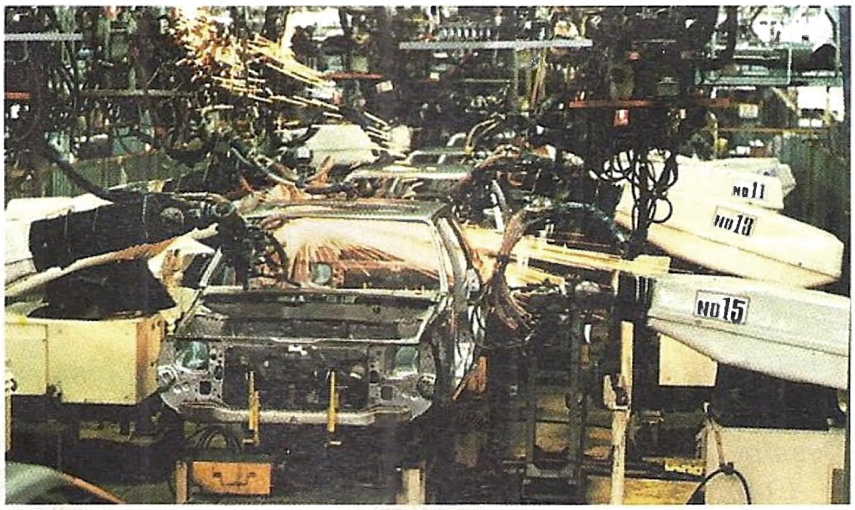


Fig. 3 Les postes de soudure font jaillir des gerbes d'étincelles.

4 ROBOT JOUET

Cette photo ci-contre montre un robot jouet. Son nom est « Bigtrak », ce qui signifie en anglais gros tracteur.
— À ton avis, que peut-on lui faire faire ?
— Quels en sont les éléments fonctionnels ?
— Comment est-il organisé ?
— Il n'a pas de roues directrices et pourtant il peut tourner sur place. Explique comment cela se fait.

Fig. 4 Le Bigtrack, prêt au départ, attend les ordres.

5 LE PROMOBILE

Voici encore un engin programmable que possèdent certaines écoles (fig. 5).
— Ce n'est plus un jouet ! Pourquoi ?
— Quelles sont les ressemblances et les différences avec le Bigtrak ?
Dresse la liste des éléments qui le composent : le boîtier de commande, ...
— Dessine le schéma fonctionnel de cet engin, appelé « tortue de sol »

Fig. 5 Ces enfants font évoluer la « tortue ».

6 À L'INTÉRIEUR DU PROMOBILE

Examine la figure 6.
— Observe le « panneau de bord » que l'on voit facilement, grâce à la bulle de plexiglas.
— Essaie de nommer, puis de classer les divers éléments que tu peux y distinguer.
On voit très bien aussi qu'il y a deux moteurs. Peux-tu dire pourquoi ?

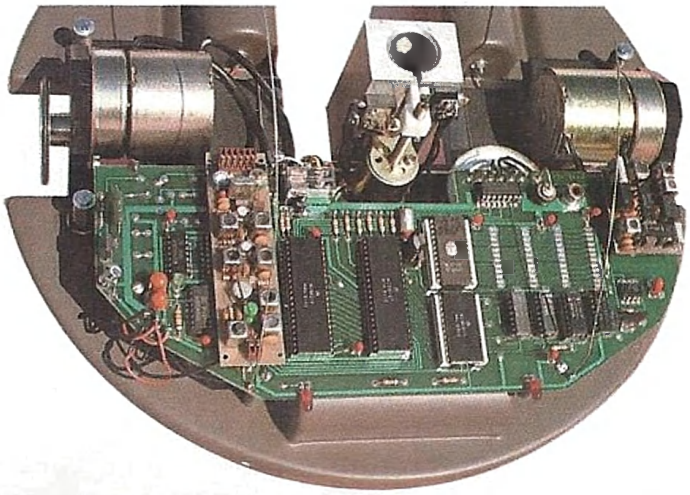


Fig. 6 Gros plan sur le tableau de bord du promobile.

PISTES DE RECHERCHE

1 Que désigne-t-on sous les noms ou expressions suivantes : automate, machine automatique, machine à commande numérique, robot ?

2 Quelle différence, essentielle, de comportement existe-t-il entre un objet télé-(ou radio) commandé et un objet programmable ?

39 À LA DÉCOUVERTE DU MICRO-ORDINATEUR

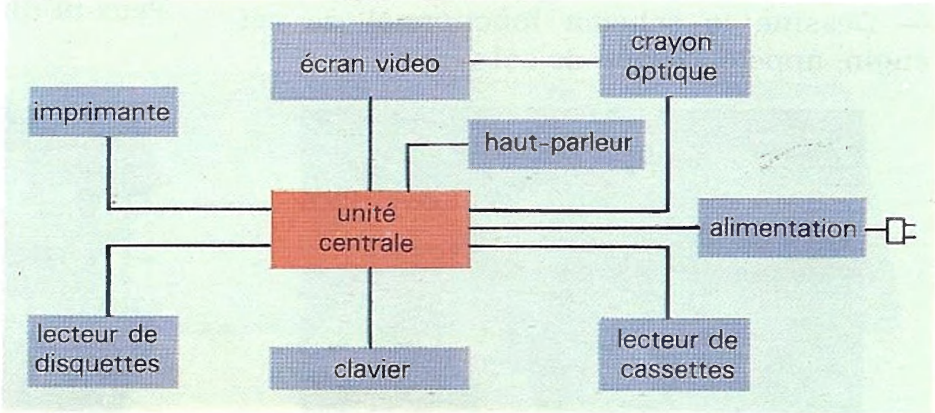
Fig. 1 Un MO 5 avec de nombreux accessoires.

1 DÉCOUVRONS L'APPAREIL

Sur cette photo (fig. 1), tu peux voir un micro-ordinateur familial avec tous ses « accessoires ».
— Quels sont les noms des accessoires ou parties d'accessoires que tu peux y voir ?
— Connais-tu la fonction de chacun d'eux ?

2 ORGANISATION FONCTIONNELLE

Sur le schéma ci-contre, tu reconnais les divers éléments de la figure 1. Reproduis ce schéma sur ton cahier, puis indique par des flèches le sens de circulation des informations.



3 CLASSEMENT DES DIVERS ORGANES

Reproduis le tableau ci-dessous, puis complète-le.

Unité centrale	Périphériques		
	Entrée	Stockage	Sortie
Unité de calcul Mémoire			

4 À L'INTÉRIEUR DU MICRO-ORDINATEUR

La photo du haut de la page suivante nous montre, une partie de ce qu'il y a dans le boîtier supportant le clavier.
— Essaie de classer les éléments, que tu peux distinguer, en plusieurs catégories, ayant chacune un rôle (fonction) bien déterminé. — Écris la fonction de chaque catégorie.

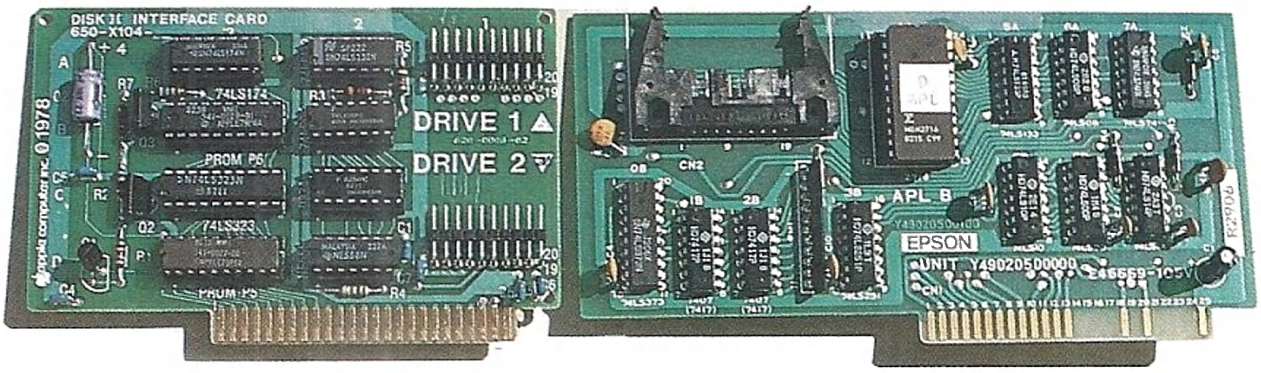


Fig. 3 Carte informatique.

5 LE BOÎTIER D'UNE PUCE

Sous ce même aspect extérieur : boîtier noir, double rangée de « pattes » se cachent plusieurs types de circuits. Ce sont des ROM, des RAM, des EPROM, des microprocesseurs, etc.

— Que veut dire chacun de ces sigles (anglais) ?

6 LA PUCE DE SILICIUM

La photo ci-dessous te donne une idée de la taille véritable d'une puce.

— De quel instrument a-t-on besoin pour :

- regarder une puce ?
- contrôler une puce ?

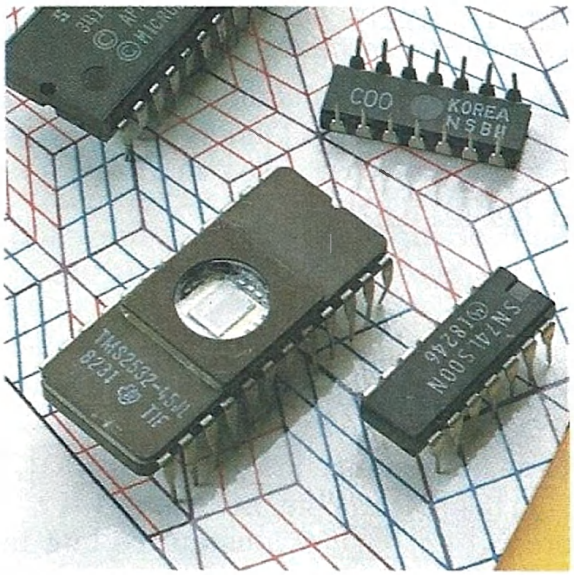


Fig. 4 Quelques « composants » électroniques; on reconnaît l'EPROM à sa lucarne transparente.

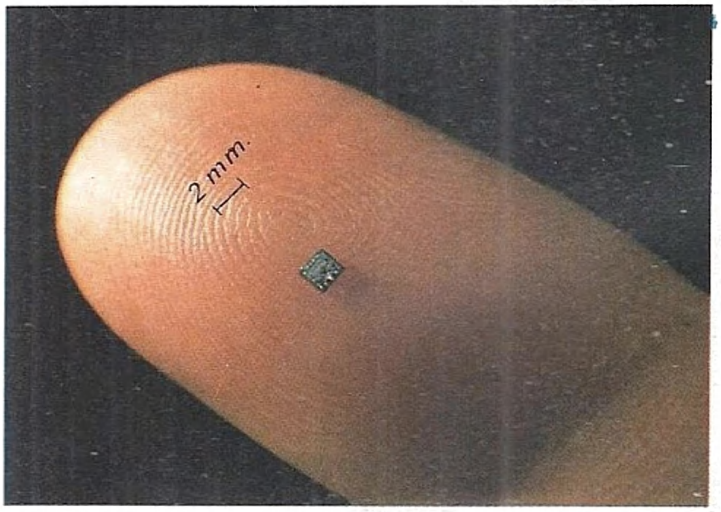


Fig. 5 Le nom exact d'une « puce » est : « circuit intégré ».

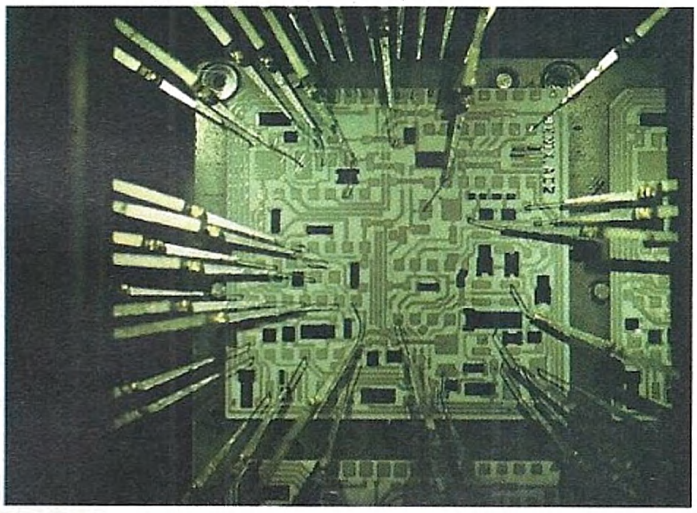


Fig. 6 Contrôle de qualité d'un circuit intégré.

PISTES DE RECHERCHE

Quelles sont les dimensions d'une puce ? d'un microprocesseur ?

Pourquoi a-t-on logé une minuscule puce dans un « gros » boîtier ?

À quoi servent les « pattes » du boîtier ? Quels sont les appareils utilisant un microprocesseur ?

40 LE BIGTRAK

1 EXPÉRIMENTONS

a) Après avoir mis le Bigtrak sous tension (bouton rouge), tape sur les touches suivantes : [↑] [2] [GO].
Observe ce qui se passe.

b) Sans couper le courant, tape ceci : [CM] [←] [1] [5] [GO]. Observe et note.

c) Fais encore de même avec : [CM] [↓] [3] [GO].

Fig. 1 J'appuie sur [GO], le Bigtrak va partir.

2 ENCORE DES EXPÉRIENCES

a) Tape la séquence [CM] [↓] [2] [GO], puis [→] [1] [5] [GO]. Que se passe-t-il ? Tape encore [↑] [2] [GO]. Constate ce que fait le Bigtrak.

b) Tape seulement [GO]. Observe ce qui se passe. Recommence une fois au moins. Qu'en conclus-tu ?

c) Tape maintenant [CM] [GO].
Quelle est la fonction de la touche [CM] ? Que faut-il faire lorsque l'on commence à taper une séquence pour un trajet ?

d) Retape toute la séquence précédente depuis a), avec un seul [GO] à la fin.
Puis tape [CE] [GO]. Constate.
Tape à nouveau [CE] [GO]. Quelle est la fonction de la touche [CE] ?

Fig. 2 Le Bigtrak en mouvement, sur son chemin.

3 LE « PAS À PAS »

A — SANS MÉMORISATION

Tape [CM] [↑] [1] [GO],
puis [CM] [←] [1] [5] [GO] ;
continue ainsi pour effectuer le parcours ci-contre. En cas d'erreur, tu peux revenir à la position précédente.

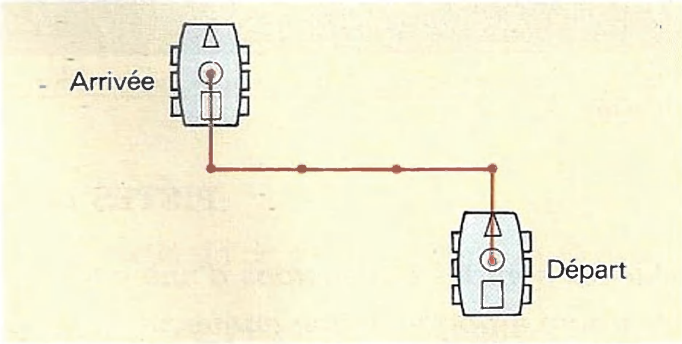


Fig. 3 Un parcours simple à effectuer.

B — AVEC MÉMORISATION

Tu vas refaire le trajet précédent en utilisant une autre méthode.
— Tape d'abord [CM]. Après, ne te sers plus de cette touche.
— Tape [↑] [1] [V], puis [←] [1] [5] [V]. Que fait seulement le Bigtrak quand tu appuies sur [V] ?
— Continue ainsi jusqu'au bout du trajet.
— Que dois-tu faire si, après avoir appuyé sur [V], tu t'aperçois que ton dernier ordre est faux ?
— Quand le trajet est achevé, replace le Bigtrak au départ, puis tape [GO]. Peux-tu dire, maintenant, quelle est la fonction de la touche [V] ?

4 MANŒUVRE

— Construis un parcours avec des objets en matérialisant les obstacles à contourner et le garage dans lequel le Bigtrak doit aller se placer, en marche arrière (fig. 4).
— Réfléchis, puis écris le programme du trajet et enfin, tape-le en une seule fois sur le clavier (sans faire du pas à pas).

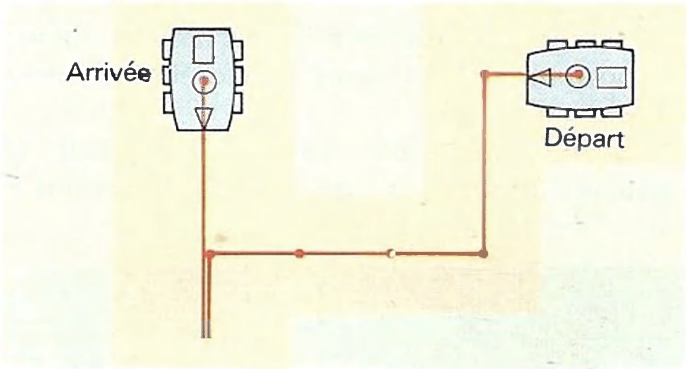


Fig. 4 Tout comme un vrai véhicule, le Bigtrak peut se garer en marche arrière.

5 « RÉPARATION »

Voici le programme écrit par un élève pour effectuer le trajet décrit ci-dessous (fig. 5) :
[CM] [↓] [2] [→] [1] [5] [↑] [3] [→] [1] [5] [↑] [4] [GO]
— Il contient une erreur ! Détecte-la.
— Écris le programme pour que le Bigtrak recule aussi dans la deuxième partie du trajet.

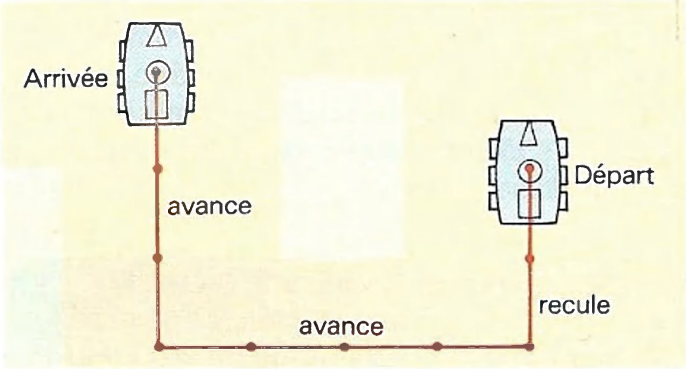


Fig. 5 Le Bigtrak doit reculer dans la première partie de son trajet.

PISTES DE RECHERCHE

1 Explore le clavier, détermine la manière d'utiliser les touches ainsi que la fonction de chacune d'elles.

2 Détermine les dimensions de ta salle de classe en prenant comme unité celle de déplacement du Bigtrak.

41 PILOTONS UN ROBOT

Fig. 1 Alexandra observe l'effet de la carte qu'elle a placée dans le lecteur.

1 DÉCOUVRONS

Certaines écoles possèdent un promobile ou tortue de sol. C'est un robot à usage éducatif dont on peut programmer les déplacements.
— Décris exactement ce qu'il faut faire et ce qui se passe alors.

On donne les ordres à la tortue de sol en introduisant des cartes perforées dans le lecteur de cartes.
L'ensemble des mots utilisés pour piloter la tortue, s'appelle le *langage de commande.*

2 DESSINONS AVEC LE ROBOT

Grâce au crayon que l'on glisse au centre de la tortue, on peut lui faire laisser la trace de son parcours.
— Écris la liste d'ordres qu'il faut lui donner pour qu'elle laisse le tracé représenté ci-contre (fig. 2).
— Écris une séquence possible pour dessiner la lettre E.

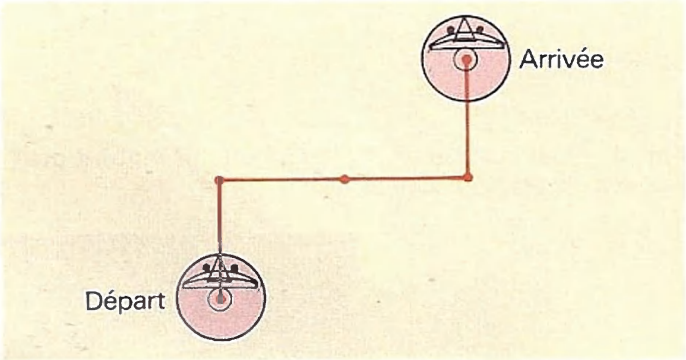


Fig. 2 Un parcours simple à faire tracer.

3 JEU DE LA TORTUE

— Dessine, puis découpe dans du bristol un objet semblable à celui-ci et découpe un trou en son « centre ».
— Décore-le pour qu'il ait vraiment l'air d'une tortue. Pour faire se mouvoir cette tortue, tu ne devras utiliser que les mots : AVANCE (ou RECULE), suivi du nombre de millimètres, DROITE (ou GAUCHE), suivi du nombre de degrés.
— Quels sont les ordres qui ont été donnés pour parcourir les tracés suivants ?

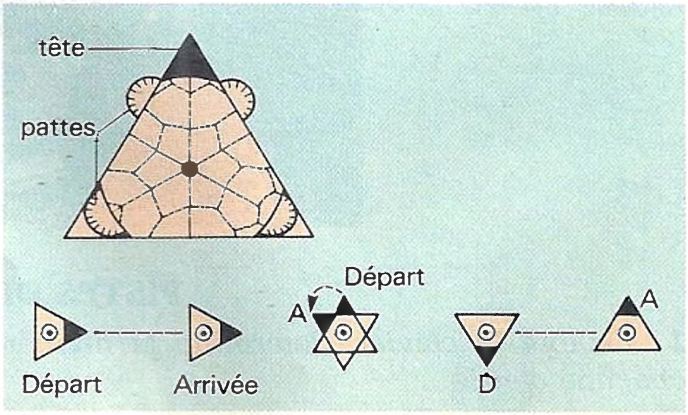


Fig. 3 Tortue triangulaire que tu pourras déplacer à ta convenance.

4 SUIVONS UN PARCOURS

— Trace sur du papier quadrillé le dessin du parcours que tu devras suivre.
— Place ta tortue avec son trou central sur le point D (Départ); fais-lui parcourir le tracé en énonçant et en écrivant chaque fois ce que tu fais.

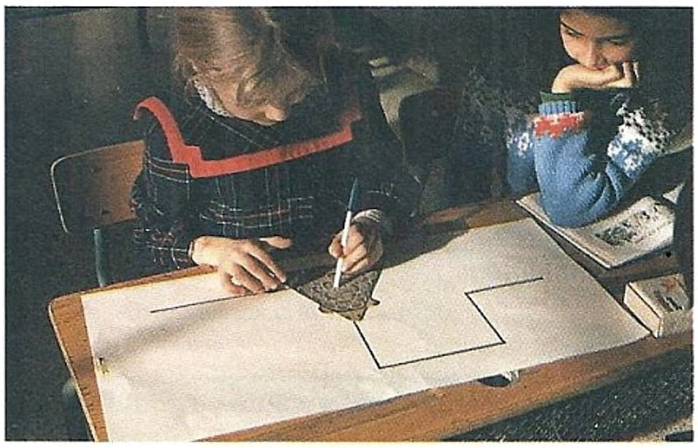


Fig. 4 Diane s'applique pour faire suivre le parcours à la tortue triangulaire.

5 LA TORTUE ÉCRAN

Bien qu'il soit vertical, l'écran vidéo représente le champ horizontal sur lequel évolue la tortue (fig. 5).
— Par quoi est figurée celle-ci sur l'écran ? Grâce à cette tortue-écran, tu vas pouvoir dessiner sur la vidéo.
— On donne les ordres à la tortue de sol avec des cartes perforées. Comment procède-t-on avec la tortue-écran ?

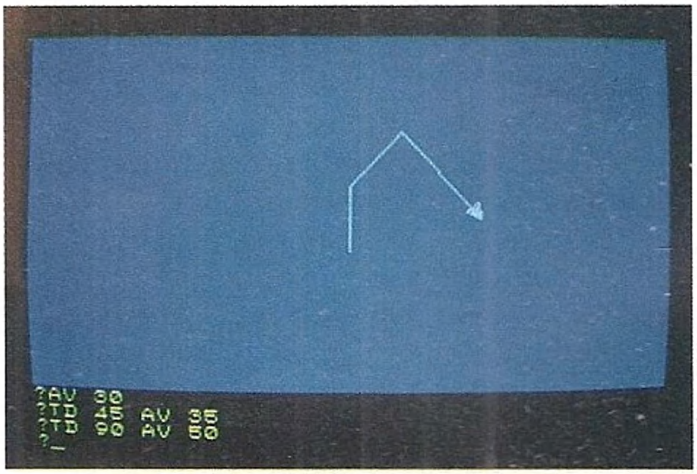


Fig. 5 Le début d'un dessin avec les ordres qui l'ont produit.

6 FIGURE IMPOSÉE

— Essaie d'amener la tortue dans le coin en haut à droite, puis fais-lui faire le tour de l'écran en prenant pour en déterminer les dimensions le pas de tortue pour unité.
— Efface l'écran (V E ENTRÉE) avant de faire la suite.
— Place la tortue en haut de l'écran, la tête pointée vers le bas, fais-lui faire le dessin représenté ci-dessous (fig. 6).

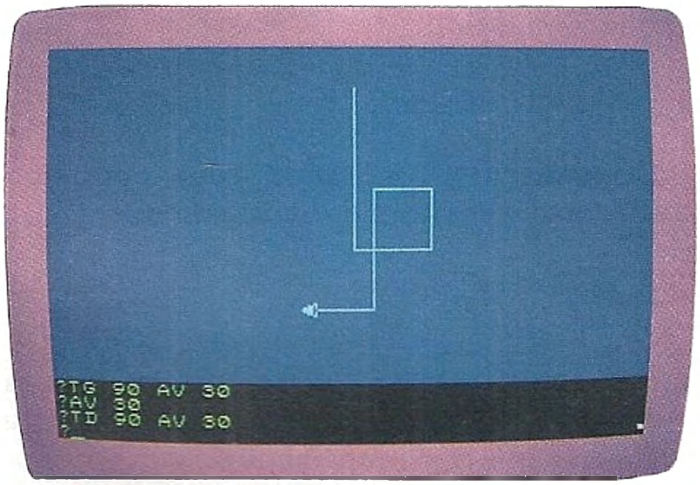


Fig. 6 La tortue a commencé à tracer le dessin seulement lorsqu'elle est allée en haut de l'écran.

PISTES DE RECHERCHE

Les cartes perforées du promobile.

1 *Combien faut-il de positions de trous pour coder 2 ordres possibles ?*
2 *Combien en faut-il pour 16 ordres ?*
3 *Quel est le nombre maximum d'ordres que l'on peut coder avec sept positions de trous ?*

42 MÉMORISATION DES INFORMATIONS

N.B. : Ultram est un mot inventé pour désigner un robot androïde.

1 UN JEU DE SIMULATION - LE DÉCOR

Dans une classe, les élèves prénommés Arnaud, Béatrice, Christophe ont chacun une ardoise.
Sylvie est chargée d'écrire sur ces ardoises. Elle reçoit, du meneur de jeu Mathias, l'ordre d'aller écrire le nombre 15 sur l'ardoise de Béatrice.
— Que doit-elle faire avant d'écrire sur cette ardoise ?

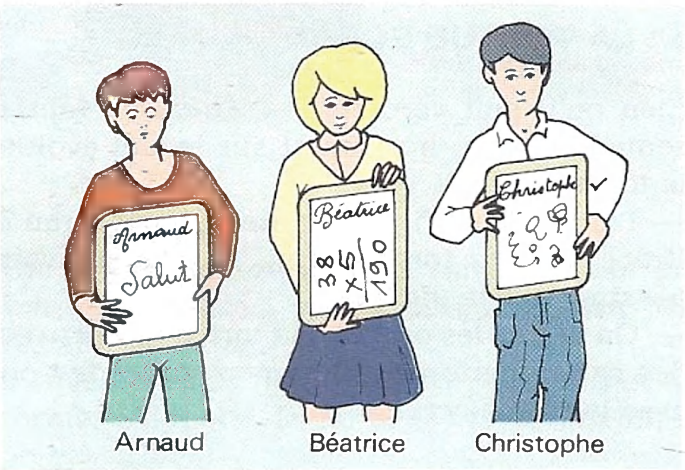


Fig. 1 Ces élèves sont prêts : le jeu peut commencer.

2 PREMIÈRE RÈGLE

On appellera **RÈGLE n° 1** cette opération d'effacement-écriture et on la notera :

BÉATRICE ← 15.

— Comment faut-il lire cette notation ?
— Continue ce jeu. Mathias donnant des ordres à Sylvie, il a le droit de faire écrire plusieurs fois sur la même ardoise.

Fig. 2 Une ardoise après utilisation.

3 AUTRES RÈGLES

Sylvie reçoit maintenant l'ordre de copier sur l'ardoise d'Arnaud le nombre qui est inscrit sur l'ardoise de Christophe.
— Que doit-elle faire ? **(Règle n° 2).**
Notation : ARNAUD ← CHRISTOPHE.
— Comment doit-on lire cette notation ?
— Qu'y aurait-il d'écrit sur les ardoises si Mathias disait :

BÉATRICE ← CHRISTOPHE.

puis : CHRISTOPHE ← BÉATRICE ?

Fig. 3 Les deux ardoises avant l'échange des nombres.

4 RÈGLE n° 3

a) Sylvie reçoit l'ordre d'écrire sur l'ardoise de Christophe la somme des nombres inscrits sur celles de Béatrice et d'Arnaud.
— Comment noter cette nouvelle **règle n° 3** ?
b) Comment noter l'opération qui consiste à tripler le nombre inscrit sur une ardoise ?

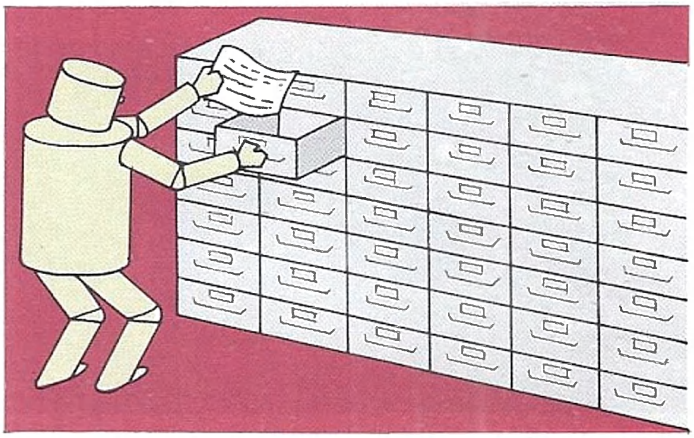


Fig. 5 Un robot androïde Ultram mémorise une information.

5 ORDINATEUR

Fais une enquête, renseigne-toi pour savoir :
— Que sont les « ardoises » d'un ordinateur ?
— Où sont-elles placées ?
— Combien y en a-t-il dans une calculette ? dans un ordinateur ?

6 MÉMORISONS

Voici une suite de mises en mémoire. C'est déjà un programme.
ARNAUD ← 3; DAMIEN ← 12;
ARNAUD ← 4; CHRISTOPHE ← DAMIEN;
DAMIEN ← ARNAUD;
ARNAUD ← ARNAUD + 4.
— Qu'y a-t-il maintenant sur les ardoises ?
— Que penses-tu du programme suivant ?
BÉATRICE ← 5; CHRISTOPHE ← ÉMILE;
ARNAUD ← 2.

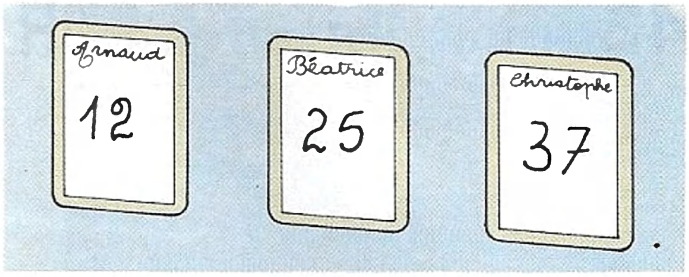


Fig. 4 Ardoises avec leur contenu.

Fig. 5 bis Un micro-ordinateur familial récent.

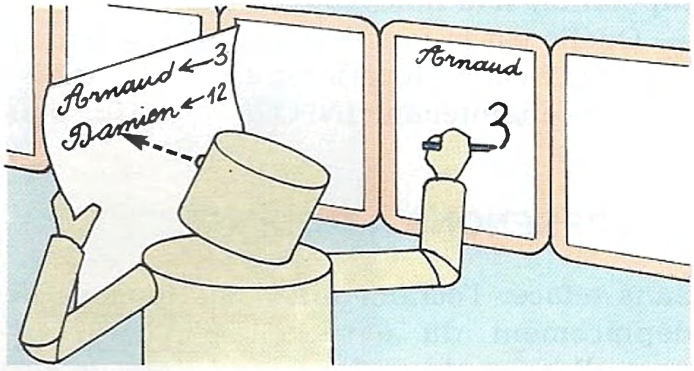


Fig. 6 Un Ultram exécute une suite d'ordres.

PISTES DE RECHERCHE

1 Que permet de faire le programme ci-dessous ?
N.B. On n'a écrit que les 2 premières lettres des prénoms d'autres élèves.
LO ← 20; LA ← 15; DE ← LO + LA; PE ← DE × 2; AI ← LO × LA.
2 En utilisant uniquement la règle n° 2 (de copie), procède à l'échange des nombres inscrits sur les ardoises de Béatrice et de Christophe.

43 L'ÉCRITURE SUR ORDINATEUR

1 APPRENONS À TAPER SUR LE CLAVIER

Pendant un bref instant, tape sur une touche. La lettre inscrite sur celle-ci apparaît à l'écran; elle est suivie d'un petit trait clignotant.

— Pose ton doigt sur la touche [G], et en même temps regarde l'écran.

— Que se passe-t-il si tu laisses ton doigt trop longtemps sur la touche ?

— Efface l'écran en appuyant sur [RAZ], afin de pouvoir travailler par la suite sur un écran net.

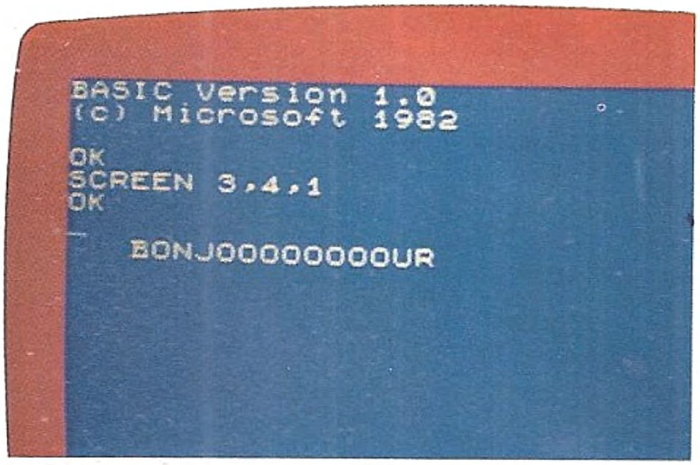


Fig. 1 J'ai laissé mon doigt trop longtemps sur une touche; laquelle ?

2 APPRENONS À ÉCRIRE

À partir de maintenant n'utilise plus la touche d'effacement de l'écran.

— Tape sur le clavier, la phrase suivante; elle apparaîtra sur l'écran vidéo de l'ordinateur :

LE MERCREDI 26 FÉVRIER 1987

A la fin de cette phrase, afin de ne pas recevoir une réponse désagréable de l'ordinateur, tape sur [↓] puis [ENTRÉE]. Cette manipulation sera notée (1) dans la suite.

— Quelle est la touche qui permet d'écarter les mots ? Qu'indique le trait clignotant ?

— Tape maintenant INFORMATIQUE, puis (1).

Fig. 2 Premier contact avec un clavier d'ordinateur.

3 APPRENONS À MODIFIER

Sans effacer l'écran, utilise les touches de déplacement du curseur [↓] [↑] [←] [→] pour aller remplacer dans la 1re ligne, le mot MERCREDI par le mot VENDREDI.

— Combien de lettres as-tu remplacées ?

Écris EN CLASSE à la suite du mot INFORMATIQUE de la 2e ligne.

— Remplace maintenant VENDREDI par JEUDI; utilise la touche [EFF] pour effacer les caractères (lettres) qui sont en trop.

— Utilise la touche [INS] pour insérer le mot MICRO- au début de la 2e ligne.

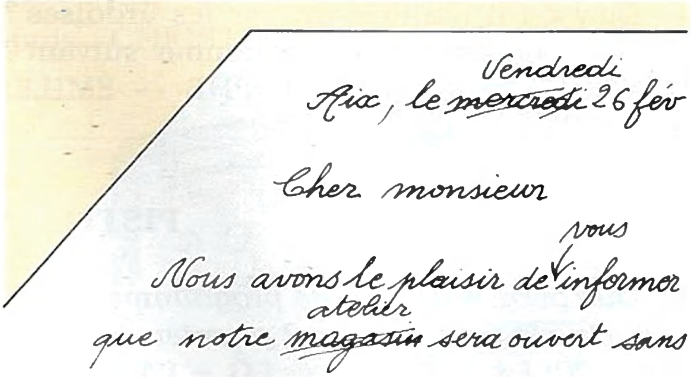


Fig. 3 Une lettre manuscrite raturée : il faudra tout réécrire.

4 LES TOUCHES DOUBLES

Certaines touches possèdent 2 caractères. Comment obtenir celui du haut ?
— Passe à la ligne suivante avec (1), puis tape le texte suivant :
PRIX = 15 F (AUJOURD'HUI : REMISE 8 %)

Fig. 4 La touche point jaune permet d'obtenir les caractères jaunes des touches.

5 LES MINUSCULES - LES ACCENTS

Saute quelques lignes, passe en mode écriture minuscule, puis tape :
« Après une course dans la forêt, ce garçon, appelé Pierre, est arrivé à l'heure. »
— Comment sait-on, sur TO 7 sans taper quelque chose, que l'on est en mode minuscule ?
— Comment revient-on au mode majuscule ?
— Comment peut-on écrire une majuscule sans quitter le mode minuscule ?

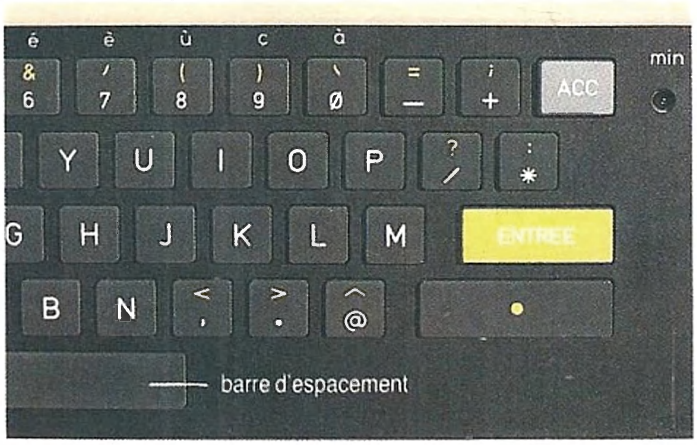


Fig. 5 Appuie, en même temps, sur la touche [O] et sur la barre d'espacement.

6 ÉDITEUR DE TEXTES

Pour te familiariser avec le clavier de l'ordinateur, tu viens de l'utiliser un peu à la manière d'une machine à écrire. Tu as pu faire aussi des modifications en déplaçant le curseur, grâce aux touches fléchées. Tu viens de faire tes premiers essais de **traitement de textes.**
— Quelles sont les différences avec le fait de taper son texte sur du papier à la machine à écrire ? — Qui utilise une machine à traitement de textes ?

Fig. 6 Ce commerçant rédige une facture grâce à un programme de traitement de textes.

PISTES DE RECHERCHE

1 *Comment sont composés les textes d'un journal ?*
2 *Cite des services que peut apporter le traitement de textes.*

44 ORDINATEUR : MODE DIRECT

N.B. Dans ce chapitre, nous allons utiliser un autre langage, le **BASIC.**
La touche ENTRÉE sera symbolisée par ⊕.

Fig. 1 Un micro-ordinateur professionnel.

1 MODE CALCULATEUR

— Tape au début d'une ligne : ? 14 + 3 ⊕.
Qu'as-tu obtenu ?
— Tape ? 5 ✳ 4 ⊕. Que représente ✳ ?
— Tape ? 35/7 ⊕. Que représente / ?
— Tape ? 3 + 4 ✳ 2 ⊕, puis :
? (3 + 4) ✳ 2 ⊕.

2 MISE EN MÉMOIRE

Dans le chapitre 42, on a simulé la mémorisation des informations sur des ardoises.
En utilisant un ordinateur et le langage BASIC,
pour mettre le nombre 15 dans la case de mémoire nommée ARNAUD, il faut écrire :
ARNAUD = 15 ⊕.
— Que répond l'ordinateur ?
— Qu'est-ce que cela veut dire ?

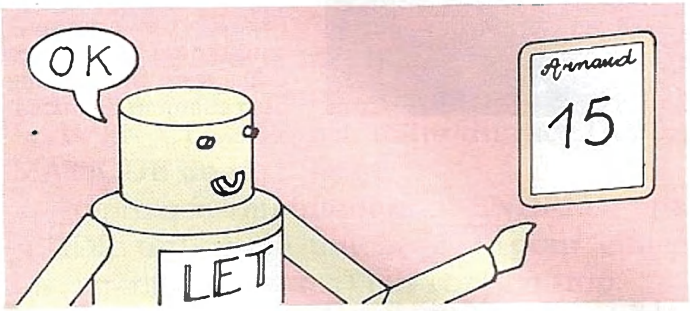


Fig. 2 L'Ultram indique qu'il a exécuté l'ordre et qu'il est prêt.

3 AFFICHAGE DES MÉMOIRES

Pour commencer, place 38 dans ARNAUD et 14 dans CHRISTOPHE. Efface l'écran.
— A-t-on perdu les informations précédentes ?
— Comment faire réapparaître les nombres contenus dans les cases mémoires ?

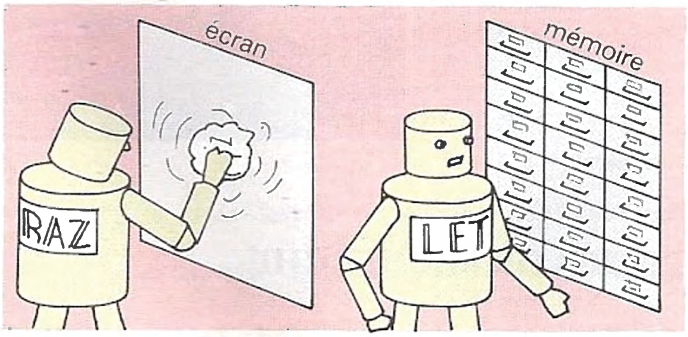


Fig. 3 L'écran et la mémoire sont deux choses bien distinctes.

4 RÉFLÉCHISSONS

a) Efface l'écran, puis, sans utiliser l'ordinateur, réponds à la question suivante :
Que doit te répondre l'ordinateur si tu lui demandes : ? ÉMILE ⊕ ?

b) Utilise maintenant l'ordinateur et tape : ? ÉMILE ⊕.
— Que répond l'ordinateur ?
— Est-ce normal ?

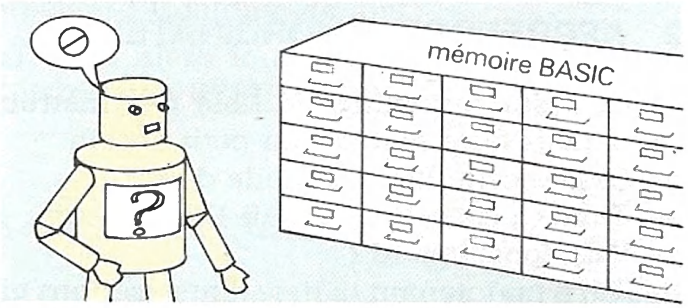


Fig. 4 L'Ultram afficheur rend zéro quand on ne lui a rien donné.

5 AFFICHONS LE TEXTE

— Comment doit-on rédiger l'ordre pour que l'ordinateur affiche un mot ou une phrase ?
— Fais afficher ton prénom.
— Fais écrire à l'ordinateur la phrase :
BONJOUR, JE SUIS UN ORDINATEUR.

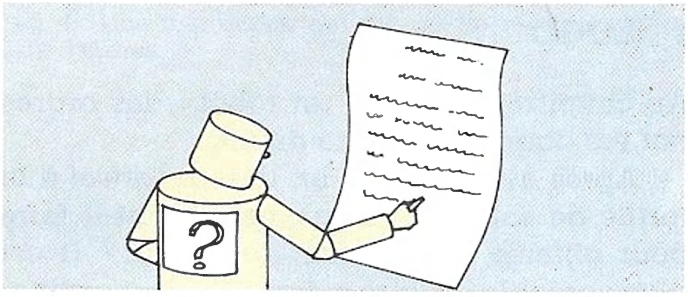


Fig. 5 Un Ultram écrivain en plein travail.

6 AUTRES LANGAGES

Refais les exercices des paragraphes précédents en utilisant un autre langage, LOGO ou LSE, selon les indications données par ton maître. Note les différences et les ressemblances.

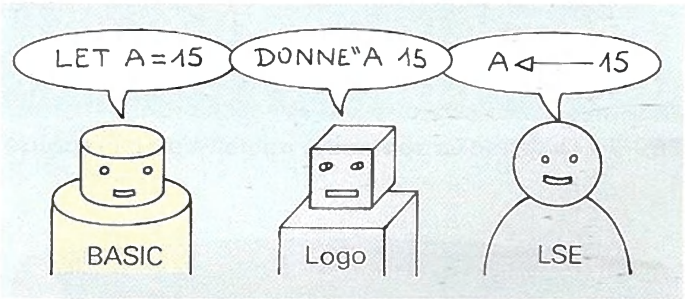


Fig. 6 Comment vont-ils se comprendre ?

Fig. 6 bis Cet ordinateur BM 30 affiche l'écran de présentation du L.S.E.

PISTES DE RECHERCHE

1 Refais les exercices du chapitre (42) dans le langage de ton choix. Fais afficher le contenu des mémoires pour vérifier ton travail.

2 Comment mettre des mots (ou des textes) en mémoire, en BASIC, LSE, LOGO ?

3 Priorités des opérations : tape 12 + 6 / 3 + 2 ✷ 5 ⊕.

Le résultat est-il celui que tu attendais ? Conclusion ?

45 ORDINATEUR : MODE PROGRAMMÉ

N.B. Dans ce chapitre, tu vas utiliser le langage **LOGO.**

1 LOGO

Au chapitre « Pilotons un robot », les ordres ont été donnés en mode direct.
— Après avoir obtenu un dessin (grâce à la tortue de sol ou d'écran), que fallait-il faire pour obtenir, à nouveau, ce dessin ? Il est plus agréable de faire mémoriser, par ordinateur, la liste des instructions pour pouvoir la faire exécuter à la demande. On utilise pour cela les mots POUR et FIN.

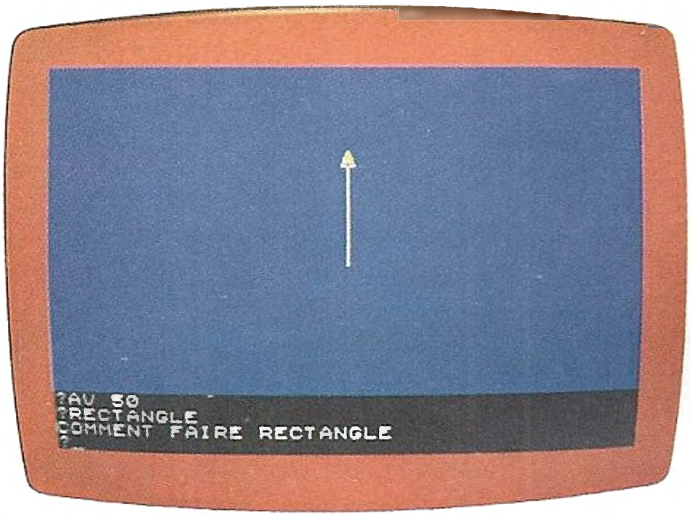


Fig. 1 La tortue écran n'obéit qu'aux ordres qu'on lui a appris.

2 APPRENDRE À L'ORDINATEUR

Prépare sur ton cahier la liste des instructions pour faire réaliser un petit dessin.
— Essaie cette liste en mode direct.
— Tape (à côté du ?) POUR DESSIN #.
— Que constates-tu ?
— Tape maintenant la liste d'instructions en une ou plusieurs lignes.
— Tape FIN #. Que s'est-il passé ?
— Tape DESSIN #.

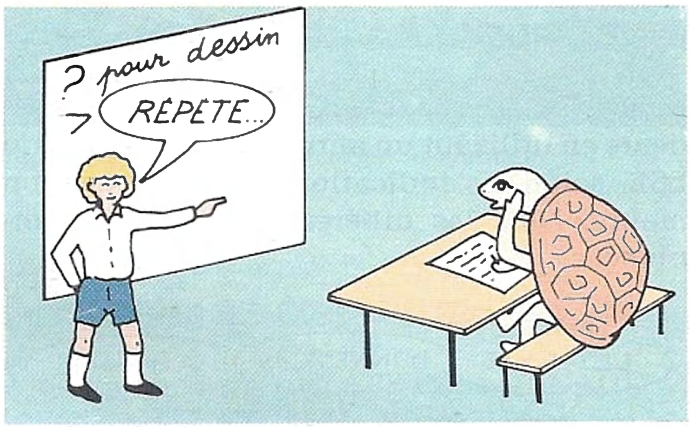


Fig. 2 La tortue va apprendre un nouveau mot (ordre).

3 D'AUTRES MOTS

a) Apprends à la tortue LOGO comment tracer un rectangle dont les côtés mesurent respectivement 30 et 50, l'unité étant le pas de la tortue. Fais en sorte qu'à la fin, la tortue soit dans la même position qu'au début du dessin.

b) Utilise ensuite ce mot RECTANGLE pour définir le mot RECTANGLES qui devra faire apparaître, le dessin ci-contre, l'espace entre deux rectangles mesurant 10 pas de tortue.

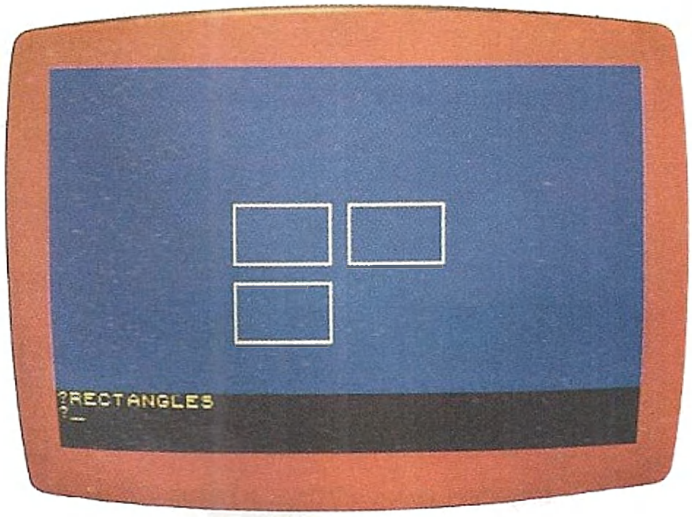


Fig. 3 La tortue a exécuté l'ordre RECTANGLES.

4 RÉPÉTONS

a) Apprends à la tortue le mot CARRE, lui permettant de dessiner un carré dont le côté mesure 40 pas de tortue.
N'oublie pas qu'à la fin, la tortue doit se retrouver dans la même position qu'au début de son parcours.
— Essaie ce mot «CARRE» pour vérifier qu'il effectue correctement la fonction.
— Quelle est la suite d'instructions qui se répètent ? Combien de fois ?

b) Écris alors le mot CARRE2 en utilisant l'instruction REPETE... [...].

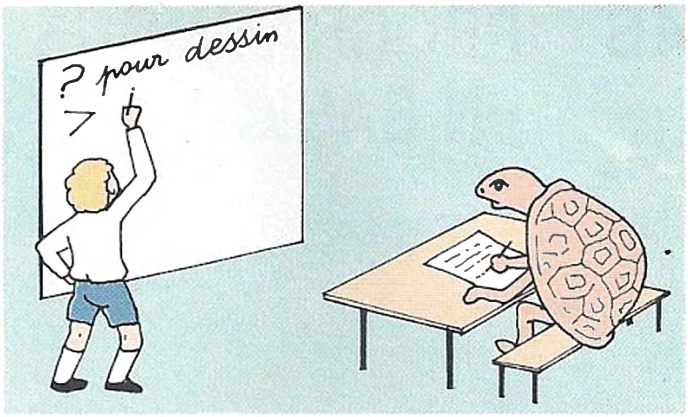


Fig. 4 Une instruction qui permet de raccourcir une liste d'ordres.

5 LES COULEURS

a) En mode direct, tape FCFG 5 ⓗ. Quel effet cela produit-il ?

b) Tape FCC 1 ⓗ. Quel est le résultat ?
— Tape RECTANGLES.

c) Quelle est la différence de fonctionnement entre FCC et FCFG ?

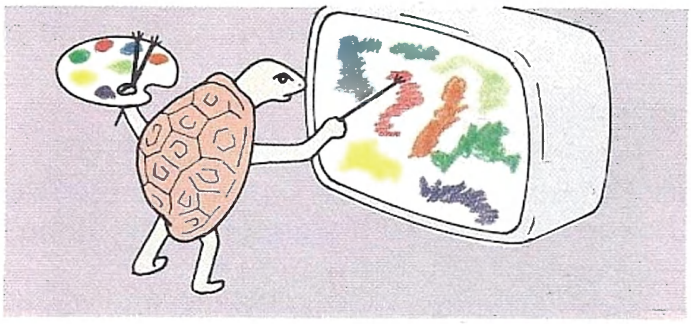


Fig. 5 On peut en voir de toutes les couleurs avec cette tortue.

6 DESSINS LIBRES

Utilise les deux nouvelles instructions précédentes ainsi que les mots que tu as définis pour faire le tableau de ton choix sur l'écran-vidéo.

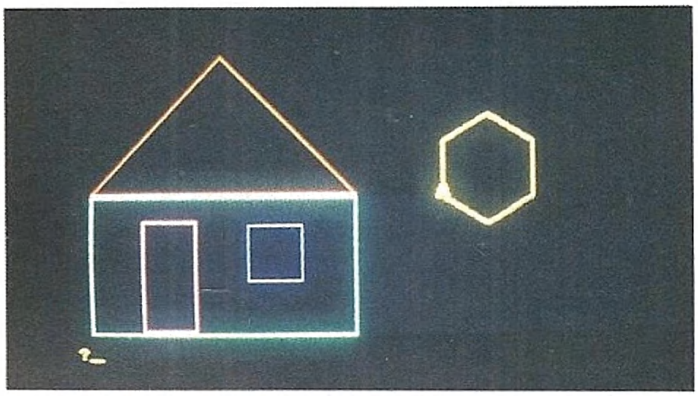


Fig. 6 Une création libre.

7 MUSIQUE

En mode direct, tape : JOUE "DOREMIFASOLA ⓗ.

PISTES DE RECHERCHE

1 Procède comme au paragraphe 4 pour définir les mots HEXA puis HEXA2 qui doivent dessiner un hexagone régulier de côté 20 pas de tortue.
2 Fais écrire à LOGO 15 fois ton prénom.
3 Fais jouer à la tortue le début de «Au clair de la lune».

46 PROGRAMMONS EN BASIC

1 TRADUISONS

Voici une liste d'ordres :
A ← 3; B ← 4; C ← A + B; AFFICHER A, B, C; A ← 15; AFFICHER C; P ← A × B; C ← A-B; B ← 20; AFFICHER C, P.
— En employant le langage BASIC, donne ces instructions, une par une, à l'ordinateur en les faisant précéder d'un numéro d'ordre, pour ne pas modifier leur succession.
— Tape sur ENTRÉE après chacune d'elles. L'ordinateur répond-il ? Pourquoi ?

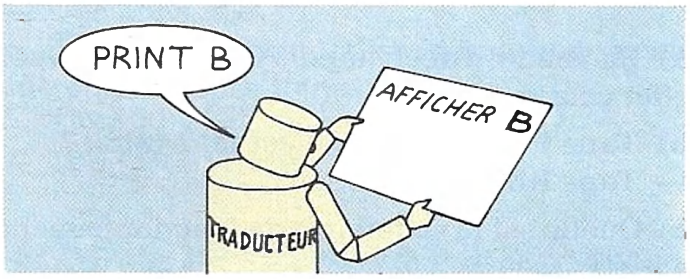


Fig. 1 Quelle est la fonction de cet Ultram ?

2 DES MOTS DE COMMANDE

— Comment effacer l'écran ? (CLS #).
— Comment revoir ce que tu as écrit ? (LIST #).
— Comment faire exécuter ce travail à l'ordinateur ? (RUN #).
— Si tu le peux, insère l'ordre B ← 6 entre AFFICHER C et P ← A × B. Quelle précaution faut-il prendre en choisissant les numéros de ligne pour pouvoir ensuite insérer de nouveaux ordres quand on en a besoin ?

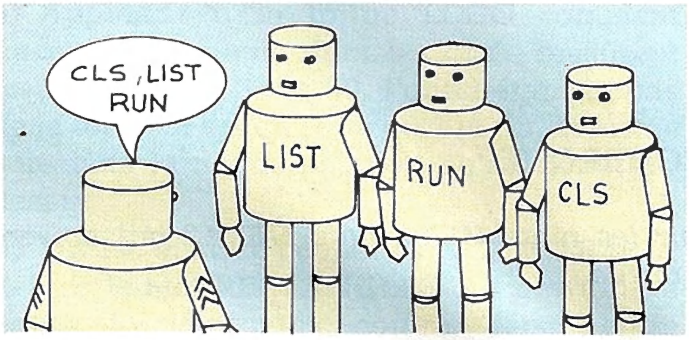


Fig. 2 L'officier Ultram donne ses ordres.

3 LISONS DU BASIC

a) Pourquoi a-t-on écrit ce programme (fig. 3) avec 10 pour premier numéro de ligne ?
— Que fait ce programme ?
— Écris-le, en le modifiant pour qu'il donne la différence de 28 et 35.

b) Imagine un problème dont la réponse est donnée par ce programme.

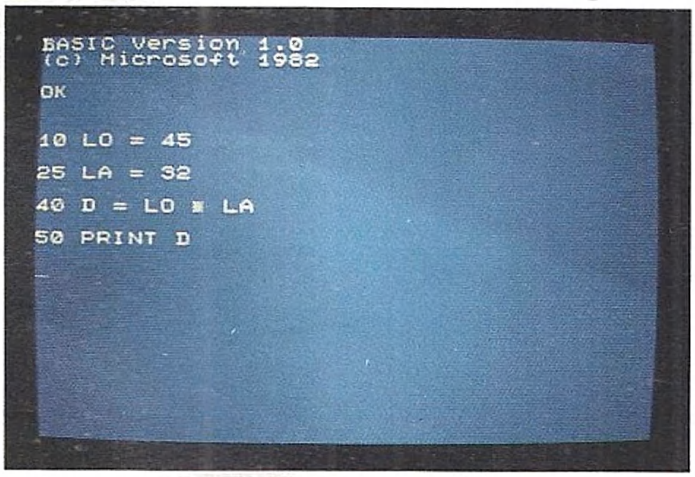


Fig. 3 Un programme très simple.

4 JOUONS À L'ORDINATEUR

Imagine que tu es l'ordinateur.

— Écris sur ton cahier ce que tu ferais si tu recevais les commandes suivantes :

CLS
LIST
RUN

— Reproduis et complète ce que tu vois sur la photo ci-contre.

Ce programme comporte une anomalie (qui ne l'empêche pas de fonctionner normalement). Quelle est cette anomalie ?

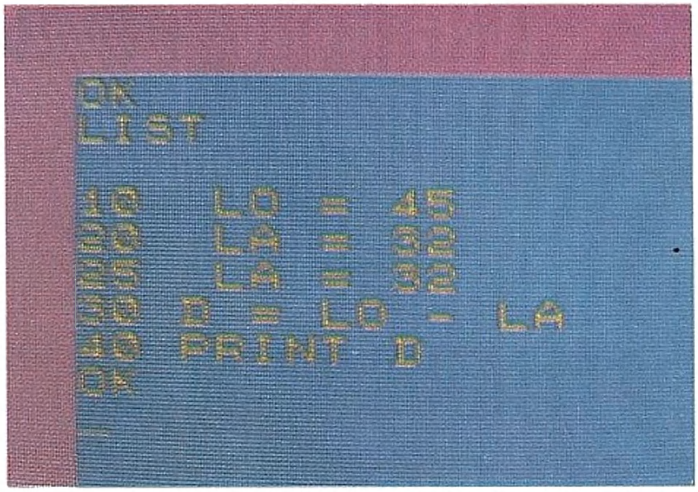


Fig. 4 Deux ordres viennent d'être donnés. Quel était le premier ? Pourquoi n'apparaît-il plus ?

5 UNE NOUVELLE INSTRUCTION

a) Tape ce programme de la figure 5 sur ton ordinateur.

b) Fais-le exécuter (RUN #).

L'ordinateur affiche un « ? » au début de la ligne suivante et... ne fait plus rien.

— Tape 3 #. Observe la réponse.

— Recommence plusieurs fois en tapant d'autres nombres.

— Quelle est la fonction de l'instruction de la ligne 20 (INPUT...) ?

6 MODIFIONS UN PROGRAMME

a) Modifie le programme précédent pour que le nombre affiché soit le produit des nombres contenus dans PA et NB.

b) Imagine un problème dont la réponse est donnée par ce programme.

c) Réécris la ligne 40 comme suit :

40 PRINT "PRODUIT ="; PV.

— Lance l'exécution du programme ainsi modifié.

— Observe la différence.

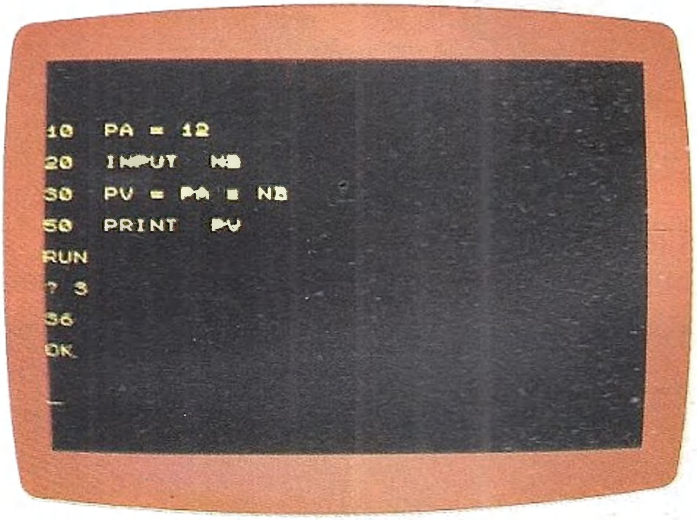


Fig. 5 Après RUN, le point d'interrogation questionne l'utilisateur.

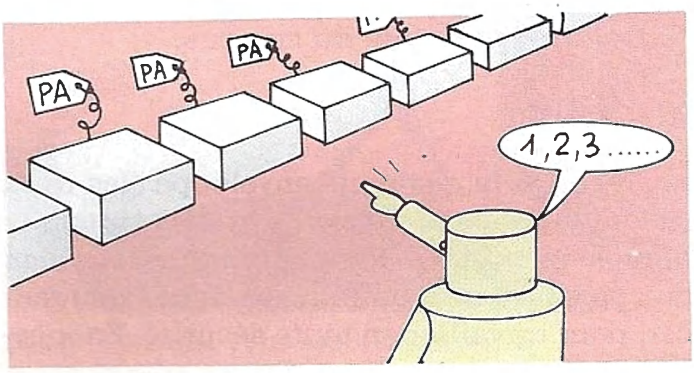


Fig. 6 L'Ultram magasinier compte les boîtes.

PISTES DE RECHERCHE

1 Écrire le programme qui calcule le périmètre et l'aire d'un carré dont la mesure du côté est donnée au moment de l'exécution (une seule fois le mot INPUT dans le programme).

2 Faire de même pour un rectangle dont les mesures de la longueur et de la largeur ne sont données qu'au moment de l'exécution (deux INPUT dans le programme).

3 Fais en sorte que, lors de l'exécution, l'ordinateur affiche l'énoncé, puis affiche la réponse en écrivant une phrase, comme tu le fais toi-même.

47 UNE BOÎTE POUR CONFISERIE

Utilisation des ciseaux, du plioir et du cutter.

A l'occasion des fêtes de Noël, de Pâques, d'un mariage, d'un baptême et autres, il est d'usage d'offrir des chocolats, des pralines, des dragées, etc. Avec du bristol nous te proposons de construire une jolie boîte qui te permettra de présenter des confiseries; mais en la réalisant, fais bien attention d'utiliser correctement les outils...

1 OUTILS ET MATÉRIAUX

Il te faut :
un cutter,
un plioir et une paire de ciseaux,
une règle métallique, un compas,
une équerre et un crayon H,
une feuille de bristol de «force» 240 g, 30 × 20 cm,
de la colle vinylique et un pinceau.

2 TRAÇAGE

La boîte est un cube de côté «a».
1. Cherche par tâtonnements la valeur de «a» sur ta calculette pour que le volume soit environ 350 cm^3.
2. Recherche sur ta feuille de bristol deux côtés parfaitement rectilignes et formant entre eux un angle droit.
3. Avec la valeur de «a» trouvée, reproduis dans cet angle le développement de la boîte (fig. 1).
4. Trace les arcs de cercle recto et verso, en repérant les centres par perforation du bristol avec la pointe du compas.

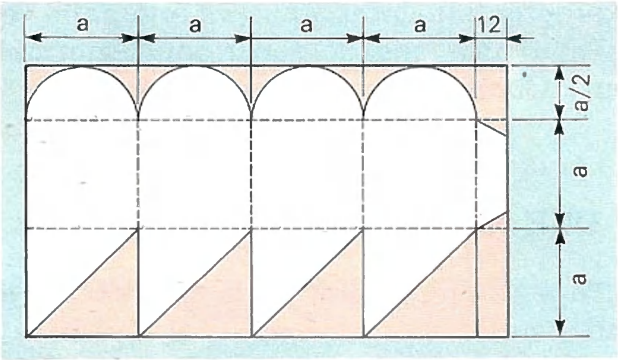


Fig. 1 Développement de la boîte.

Fig. 2 Tenue du cutter.

3 COUPE

1. Découpe le rectangle enveloppe (les deux traits rouges de la figure 1), avec le cutter et la règle métallique. Pour cela : réfléchis bien aux précautions à prendre avant de commencer, pour travailler en toute sécurité. Énonce-les.
2. Protège la table avec un vieux carton ou une feuille de zinc et exerce-toi sur des chutes. Place la lame comme sur la figure 4. Quel effort fournir sur l'outil ?
3. Observe la figure 2. Comment doit-on tenir l'outil ?
4. Observe bien la figure 3 : comment l'opérateur immobilise-t-il la règle métallique ? Dans quelle position ? Quelle est sa position par rapport au travail ? Pourquoi ?

Fig. 3 Attitudes des opérateurs.

4 MARQUAGE DES PLIS

1. Effectue des essais sur des chutes en dosant les efforts sur l'outil.
Comment contrôler que le pli est assez marqué ?
2. Avec la règle et le plioir, marque les plis codés ——— sur la figure 1.
Pour cela : les attitudes et la tenue sont les mêmes que pour le cutter; l'épaisseur de l'outil nécessite un réajustement de la position de la règle (fig. 4).

5 DÉCOUPAGE

Il faut maintenant enlever les parties hachurées de la figure 1 avec une paire de ciseaux.
— Comment tenir correctement les ciseaux* pour assurer une bonne liaison entre l'outil et la main ? Observe ta manière habituelle et compare avec la photo (fig. 7).
— Comment opérer pour obtenir des coupes correctes des angles rentrants ?
Fais des essais sur des chutes

1. Découpe les pointes selon les traits (fig. 6).
— Entraîne-toi maintenant à découper des disques de papier et observe le rôle de chaque main (figure 8). Pour obtenir un résultat correct, il te faut toujours voir la face interne de la lame supérieure. Que peut-on en conclure sur la position de la main droite et le rôle de la main gauche ? (pour les droitiers).
2. Applique les deux règles précédentes pour découper les demi-disques, tu constates que les parcours de droite à gauche s'effectuent sur l'endroit et les autres sur l'envers.

6 COLLAGE

1. Colle la languette en pliant la boîte en deux.
2. Quand la colle a séché, monte le fond en rabattant chaque triangle sur le précédent et pour le quatrième, sous le premier.
Tu peux coller deux rubans de couleur sur deux demi-disques pour assurer la fermeture.

*** SÉCURITÉ : ne te déplace pas avec l'outil, pose celui-ci dès que l'opération est terminée.**

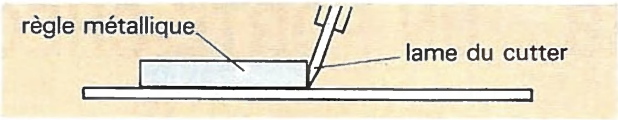


Fig. 4 Position de la lame/règle.

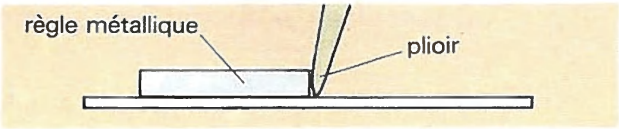


Fig. 5 Position du plioir/règle.

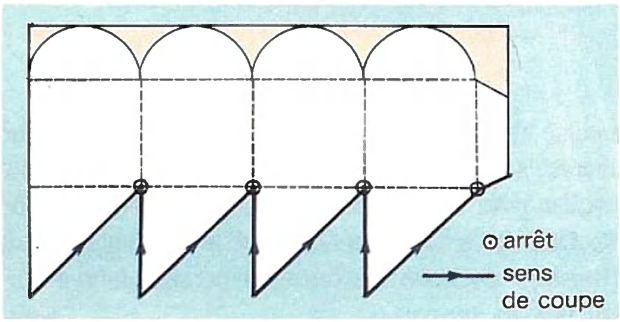


Fig. 6 Coupe des pointes.

Fig. 7 Tenue des ciseaux.

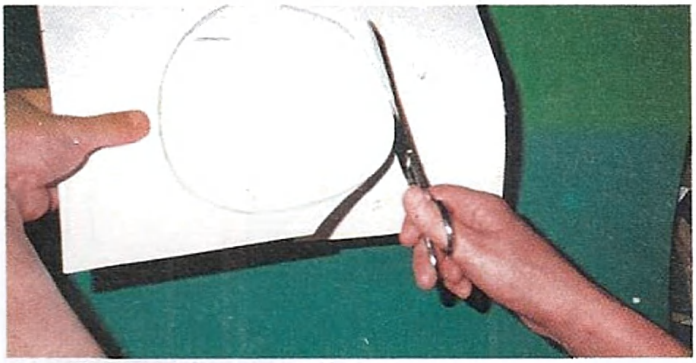


Fig. 8 Conduite d'une coupe circulaire.

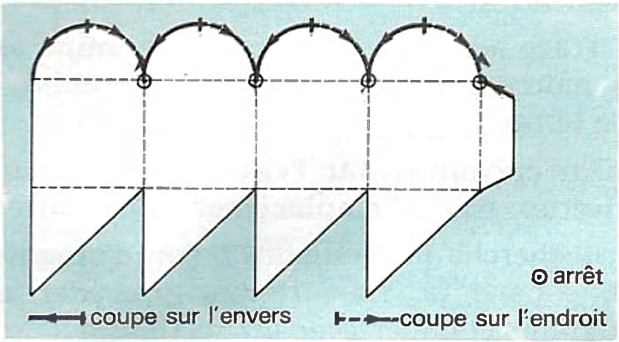


Fig. 9 Coupe des arcs de cercle.

48 UN PORTE-CHÉQUIER

Organisation de l'espace de travail.
Notion de poste de travail.
Connaissance du matériau papier-carton.

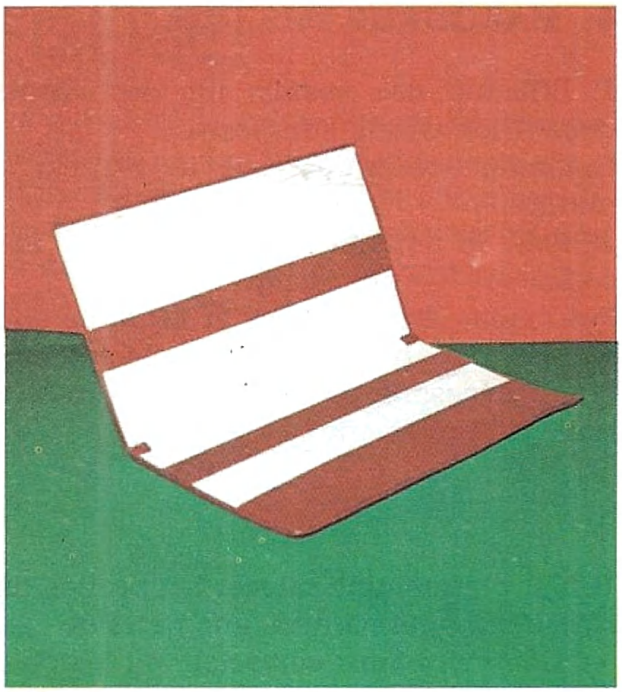


Fig. 1 Photo de l'objet.

Les porte-chéquiers habituellement offerts par les banques sont très souples et protègent mal. Celui que tu pourras fabriquer pour tes parents est rigide et assure une bonne protection du carnet, en facilitant le rangement dans un sac ou une pochette. En outre, il permet de remplir les chèques sans support.

1 OUTILS, INSTRUMENTS, MATÉRIAUX

LES OUTILS

cutter
ciseaux
règle métallique
presse
plioir

LES INSTRUMENTS

crayon H
équerre
règle graduée
pinceau plat 15 mm.

LES MATÉRIAUX

carton gris «force» 640 g/m²	224 × 185
bristol blanc «force» 320 g/m²	2 fois 105 × 180 2 fois 180 × 15 1 fois 180 × 30 2 fois 244 × 205
skivertex ou balacron	2 fois 210 × 60 2 fois 230 × 25

colle vinylique blanche
macules (papiers de protection).

2 TRAÇAGE ET COUPE

1. Recherche la façon la plus économique de disposer les débits sur le bristol, le carton et le skivertex.
2. Trace avec les instruments et coupe tous les morceaux, repère-les par un nombre ou une lettre.
3. Au crayon et sur l'envers des gainages skivertex trace l'emplacement des cartons.
4. Recherche la meilleure façon d'organiser ton espace de travail pour procéder aux différents collages avec un maximum de soin et d'efficacité.

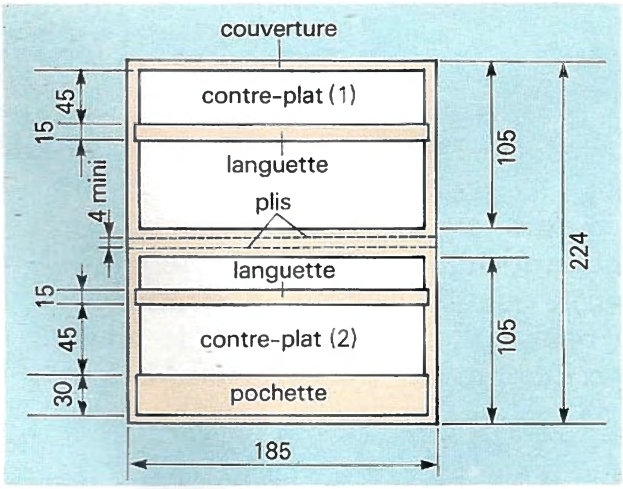


Fig. 2 Dessin en projection du porte-carnet ouvert et vu du côté intérieur.

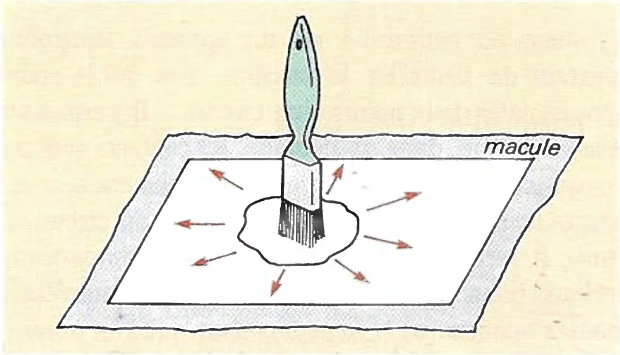


Fig. 3 Dépose de la colle et sens d'étalement.

3 TECHNIQUE D'ENCOLLAGE

— Travaille toujours sur une feuille de papier (macule) propre.
— Choisis un pinceau adapté à la surface.
— Étale la colle de l'intérieur vers l'extérieur en une couche mince et régulière.
— Vérifie la régularité et la continuité de l'encollage en te plaçant à contre-jour, la feuille à hauteur des yeux.

1. *Encolle* la couverture et applique-la sur le matériau de gainage en respectant ton tracé pour le centrage.

2. Retourne l'ensemble, pose-le sur une surface propre et maroufle (c'est-à-dire, applique la feuille en partant du centre), avec le chiffon (fig. 4).

3. Procède de la même façon pour les languettes et la pochette.

4. Trace et coupe les angles comme indiqué (fig. 5 et 6).

5. *Prépare le rembordage,* c'est-à-dire le repli des réserves sur l'envers, avec le plioir (fig. 7).

6. *Encolle* les réserves grisées et rabats-les sur l'envers en prenant soin de rentrer le petit triangle du sommet de l'angle avec le plioir (fig. 8 et 9).

7. *Encolle* les réserves restantes et monte la pochette et les deux languettes sur les contre-plats (fig. 10). Ponce légèrement ces rembordages, encolle toute la surface et pose les contre-plats à l'intérieur de la couverture en les centrant à 2 mm des bords. Mets à sécher sous presse ou sous une charge pendant 2 à 3 h.

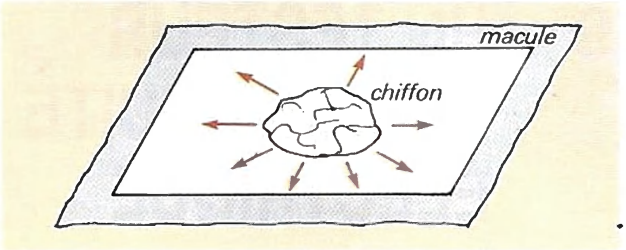


Fig. 4 Marouflage.

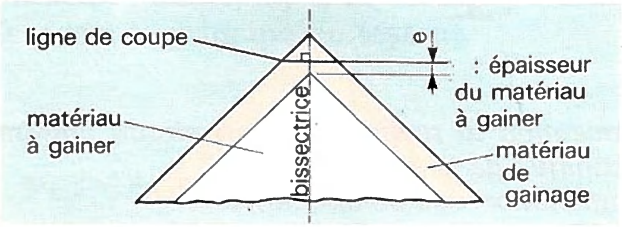


Fig. 5 Traçage de la ligne de coupe.

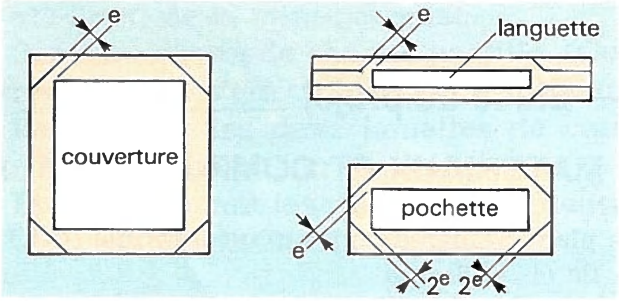


Fig. 6 Préparation du rembordage.

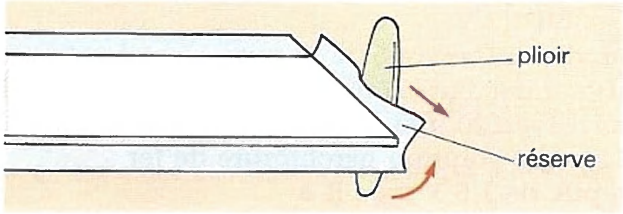


Fig. 7 Encollage.

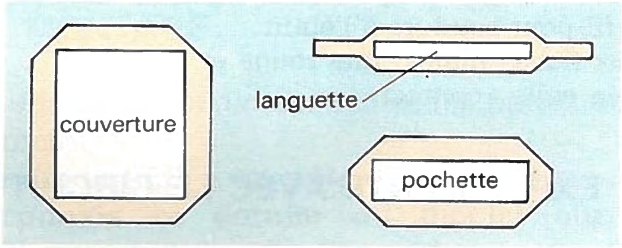


Fig. 8 Rembordage.

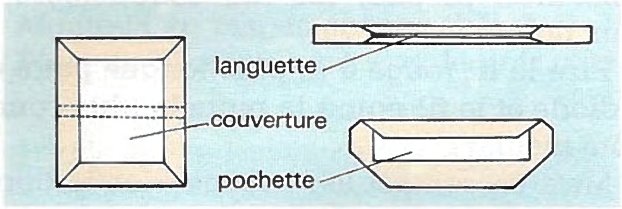


Fig. 9 Montage.

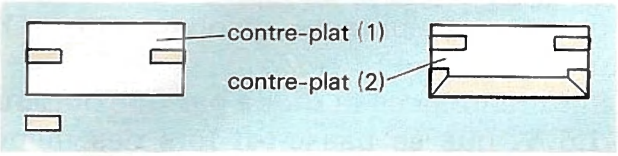


Fig. 10 Montage.

49 UN TESTEUR DE CONTINUITÉ ÉLECTRIQUE

I

Conception et réalisation d'un circuit imprimé.
Technique de la soudure.
Identification des composants.

Le testeur de continuité est un appareil électronique permettant de contrôler le passage d'un faible courant électrique entre deux points d'un circuit. Il permet ainsi de s'assurer que, dans un câblage, les contacts sont bons, les composants sont en état de fonctionnement et que les soudures sont bien faites sur la continuité du circuit.
En plus, il sera très utile pour distinguer rapidement les matériaux bons conducteurs des autres et contrôler des ampoules opaques ou trop petites pour que l'on puisse en voir le filament. Avec ce testeur, tu pourras facilement réaliser un jeu de la vérité très varié.
Mais ATTENTION ! ne place jamais les fiches mâles dans les trous d'une prise du secteur car tu détruirais le testeur et surtout tu mettrais ta vie en danger.

A — Étude du projet

1 MATÉRIAUX ET COMPOSANTS

une plaque cuivrée pour circuit imprimé (C.I.) de 65 × 40 mm
une résistance de 68 ohms
une diode électroluminescente ∅ (diamètre) 5, seuil 1,3 V
2 bandes de cuivre 5 × 18 mm
2 fils conducteurs souples, 1 rouge et 1 noir ∅ 1,5 mm l = 120 mm
1/4 litre de solution perchlorure de fer
une pile de 1,5 V type R 6
deux vis autotaraudeuses ∅ 1,5 mm
une feuille P.V.C. ép. : 1,5 mm 90 × 140 mm
du fil pour soudure à l'étain
deux fiches mâles; une rouge et une noire
de la colle «contact».

2 OUTILS ET INSTRUMENTS

un stylo spécial circuit imprimé
des pastilles «transfert»
une mini-perceuse avec un foret ∅ 0,8 ou 1 mm
un fer à souder de faible puissance
une scie à métaux un cutter
une petite pince à dénuder une pince coupante
du papier carbone un tampon abrasif.

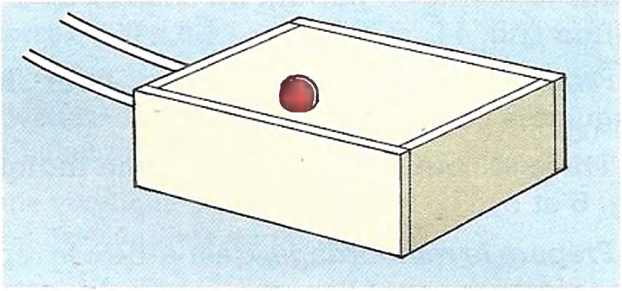


Fig. 1 Vue extérieure du testeur.

3 EXPÉRIMENTE AVEC LE CIRCUIT

Il te faut la diode électroluminescente, la résistance, la pile, les fils conducteurs et deux dominos (fig. 2).
1. Fixe le fil rouge à la plus longue patte de la diode et le fil noir à la patte la plus courte (côté méplat).
2. Mets en contact le fil rouge avec la borne positive (+) de la pile et le fil noir avec la borne négative (−). Qu'observes-tu ?
3. Inverse les contacts, qu'observe-tu ? Que peut-on conclure ?
4. Si tu remplaces la diode par une ampoule de 1,6 V, que se passe-t-il lors des mêmes branchements précédents ?

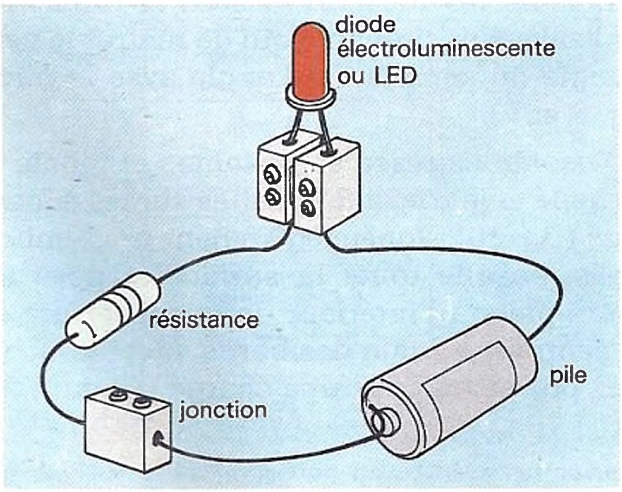


Fig. 2 Circuit expérimental.

4 SCHÉMATISE LE CIRCUIT DU TESTEUR

Choisis, pour cela, parmi les symboles des électroniciens donnés figure 3.
Représente maintenant le circuit précédent en l'interrompant, par exemple entre la pile et la diode. C'est le circuit du testeur :
— Si tu places entre ces deux points un conducteur, la diode s'éclaire.

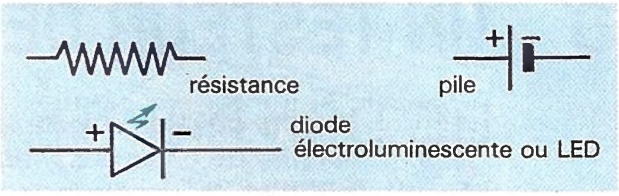


Fig. 3 Symboles des composants.

— Si tu places entre ces deux points un conducteur interrompu, la diode ne s'éclaire pas. C'est le principe du testeur.

B — Réalisation du circuit

1 TRAÇAGE, GRAVURE DU CIRCUIT

1. Avec la scie, découpe la plaque aux dimensions : 65 × 40 mm.
Observe-la (fig. 4) : elle a une face isolante (en époxy) et une face conductrice (le côté cuivre).

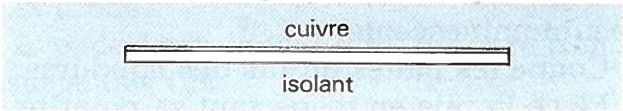


Fig. 4 Plaque cuivrée pour CI.

L'implantation des composants s'effectue côté isolant, les soudures se font côté cuivre.
2. Avec un tampon abrasif, nettoie le côté cuivre.
3. Décalque le dessin d'implantation (fig. 5)

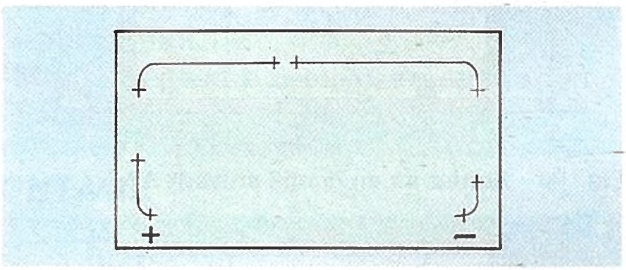


Fig. 5 Repérage des pastilles et des jonctions.

et reporte-le avec un carbone sur le cuivre.
4. Colle par transfert les pastilles sur chaque croix.
5. Avec le stylo spécial, repasse les jonctions entre les pastilles.
6. Mets la face cuivre de la plaque au contact de la solution de perchlorure (versée dans une cuvette).
La gravure, c'est-à-dire la disparition du cuivre non protégé, demande 10 à 15 minutes.
7. Rince la plaque sous le robinet en frottant vigoureusement, avec le tampon abrasif pour nettoyer le cuivre restant.

2 PERÇAGE

1. Monte le foret ∅ 1 mm sur le mandrin (porte-foret) de la mini-perceuse.
2. Perce au centre de chaque pastille. (Cette opération peut s'effectuer avant la gravure).
3. Perce aussi les deux lamelles de cuivre (fig. 6) en les fixant sur un étau.
4. Fixe maintenant les vis auto-taraudeuses.

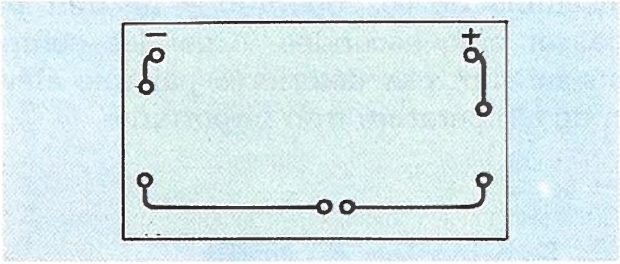


Fig. 6 Pose des pastilles et traçage des jonctions.

3 MONTAGE

1. Place la résistance. Écarte les pattes pour l'immobiliser.
La diode LED a un pôle + et un pôle −, tu reconnais ce dernier au méplat sur la collerette du tube (fig. 7) ou à la patte la plus courte.
2. Monte-la en respectant le schéma.
3. Place le fil rouge côté + et le noir côté −.

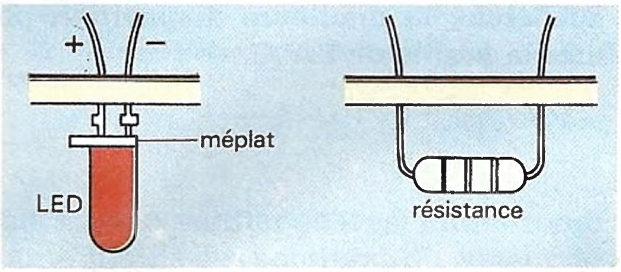


Fig. 7

50 UN TESTEUR DE CONTINUITÉ ÉLECTRIQUE

II *Lecture de dessin technique.*
Lecture de gamme de fabrication.
Initiation au dessin technique.

4 ASSEMBLAGE PAR SOUDURE

Entraîne-toi d'abord avec des morceaux de fil de fer ∅ 0,8 mm et une plaque perforée.
1. Dépose de la soudure sur la pointe de la panne du fer chaud; cette opération se nomme *étamage* (fig. 8).
2. Chauffe la pastille et la base de la patte du composant (2 secondes).
3. Applique le fil de soudure sur la patte et non sur le fer. La soudure coule, nette, lisse et brillante.
4. Ôte le fer, pose-le sur son support.
L'ensemble de ces opérations ne doit pas dépasser cinq secondes. Ainsi les composants ne sont pas détériorés par une élévation de température trop importante.

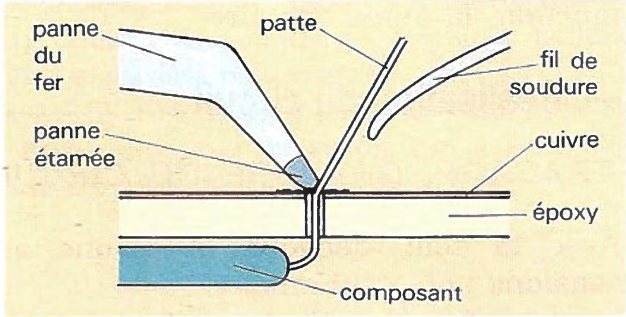


Fig. 8 Position de la panne du fer et du fil de soudure.

5. Soude d'abord les extrémités des deux vis puis la résistance, les deux fils et la diode électroluminescente.
6. Coupe les pattes au ras des soudures.
7. Place la pile en respectant sa polarité.
8. Cherche comment vérifier le bon fonctionnement du circuit.

C — Fabrication du boîtier

Pour cette réalisation, il te faut :
une feuille de P.V.C. de 90 × 140 mm
et de 1,5 mm d'épaisseur
un cutter
une feuille de papier abrasif moyen
une perceuse
des forets de ∅ 5 mm et un de ∅ 2 mm
de la colle spéciale « Contact ».

1. Recherche d'après le dessin technique (fig. 9) les dimensions des différentes parties.
2. Fais-en la liste avec les repères et les dimensions (voir tableau, figure 12).
3. Recherche la meilleure disposition pour débiter la feuille de P.V.C.

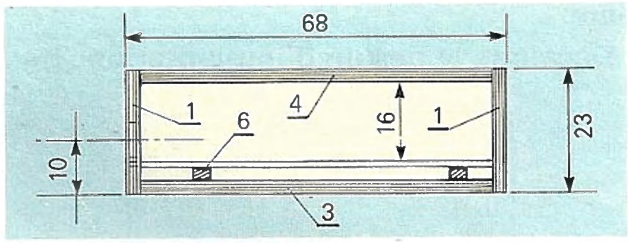


Fig. 9a Boîtier vu en coupe suivant AA.

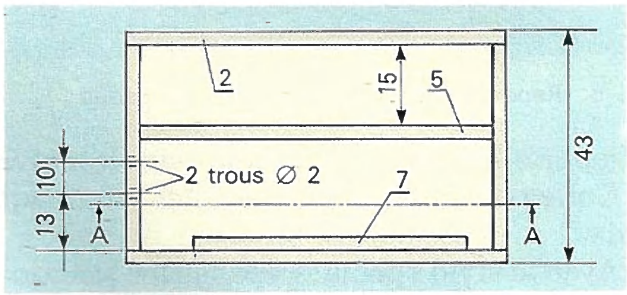


Fig. 9b Boîtier vu de dessus sans le couvercle.

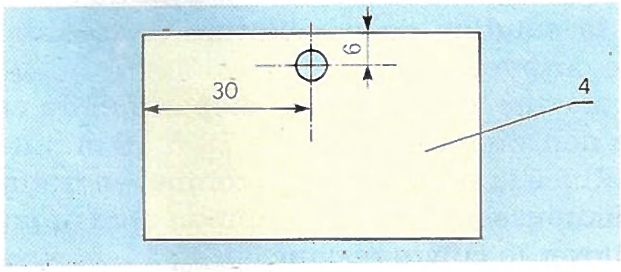


Fig. 9c Couvercle seul vu de dessus.

TRAÇAGE

1. Repère un angle droit de référence.
2. Trace, à partir de celui-ci, les six éléments du boîtier.
3. Sur le couvercle, trace le centre du trou de sortie de la diode LED.
4. Sur un petit côté, trace les centres des deux trous de passage des fils.

COUPE

Avec le cutter et une règle métallique, coupe les différents éléments. Rectifie la perpendicularité des chants par ponçage, en déplaçant la pièce sur une feuille de papier abrasif (grain moyen) fixée à plat.

PERÇAGE

1. Avec le foret ∅ 5 mm, perce le trou de sortie de la diode.
2. Avec le foret de ∅ 2 mm, perce le trou de passage des fils.

COLLAGE-ASSEMBLAGE

1. Repère les parties (chants et bords) à encoller (fig. 10).
2. Encolle après avoir vérifié (fig. 11) l'ajustement.
3. Laisse sécher le temps indiqué sur le mode d'emploi.
4. Monte l'ensemble en pressant fortement.
5. Essuie les bavures de colle.

MONTAGE

Voir la figure 13.
1. Place les supports 6.
2. Passe les fils. Ajuste le circuit, ponce les chants si nécessaire.
3. Monte la pile.
4. Ajuste la cloison et colle-la.
5. Vérifie le bon encastrement du couvercle.
6. Colle la bande 7.
7. Pose le couvercle.
8. Monte les deux fiches.

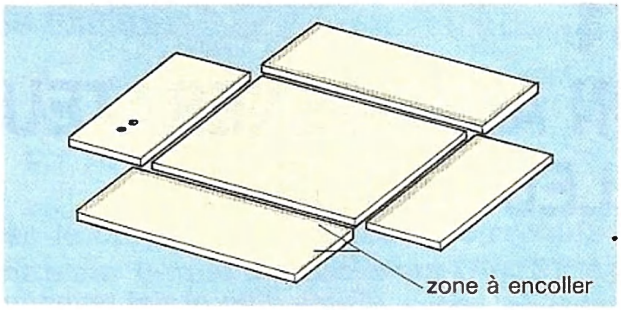


Fig. 10 Repérage des surfaces à encoller.

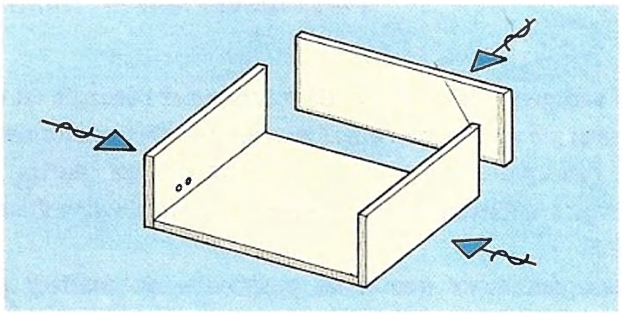


Fig. 11 Montage du boîtier.

LISTE DES ÉLÉMENTS DU BOÎTIER		
7	arrêt du couvercle	40 × 7
6	2 cales du circuit	40 × 6
5	cloison	65 × 16
4	couvercle	65 × 40
3	fond	65 × 40
2	2 grands côtés	68 × 23
1	2 petits côtés	40 × 23
Repère	**Noms**	**Débits en mm**

Fig. 12 Nomenclature.

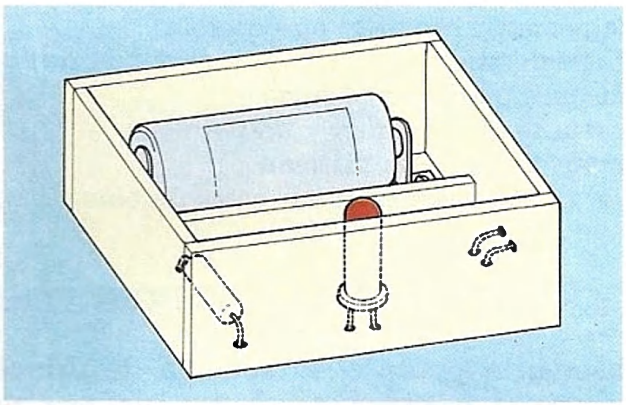


Fig. 13 Vue en perspective de l'ensemble monté sans le couvercle.

ESSAIS

En appliquant les deux fiches sur une portion de circuit, tu peux vérifier qu'il est ininterrompu et laisse passer le courant. Tu peux ainsi contrôler la bonne qualité des soudures du testeur de ton voisin ou des fils conducteurs dont tu n'es pas sûr.

51
UN AÉROGÉNÉRATEUR ÉLECTRIQUE

I *Étude d'un projet technique. Les liaisons (pivot et fixe). Transmission par friction d'un mouvement en rotation.*

Un aérogénérateur permet de transformer l'énergie du vent en énergie mécanique, puis électrique. Cette transformation de l'énergie « éolienne » en électricité fait partie des énergies « nouvelles » sur lesquelles travaille actuellement E.D.F.
L'aérogénérateur que nous proposons de réaliser peut alimenter, par vent de force moyenne, une ampoule de 2,5 V et 0,06 A ou une diode rouge en série avec une batterie de 2,5 V. Il peut aussi mesurer la vitesse du vent, soit par la brillance de l'ampoule, soit avec un ampèremètre étalonné.

Fig. 1 Photo de l'ensemble.

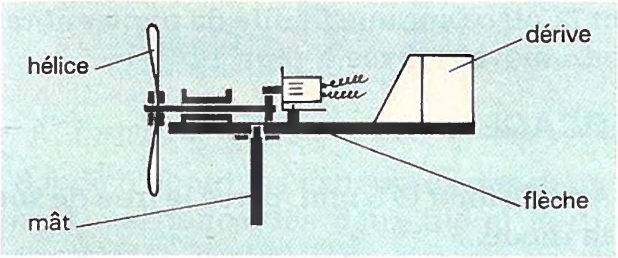


Fig. 2 Schéma de principe.

A — Étude du projet

1 OUTILLAGE

une paire de ciseaux forts (ou un sécateur)
une scie à métaux
une scie à araser
trois forets diamètre (∅) 4, 6 et 9 mm
une mèche ∅ 12 mm
une perceuse sensitive ou portable
un vilebrequin
deux clés plates de 16 mm
un tournevis l = 6 mm un pointeau
un crayon HB un marteau
deux petites presses et des cales de bois.

2 MATÉRIEL

un moyeu de roue de bicyclette
un rectangle tôle d'aluminium de 250 × 500 mm et d'épaisseur 0,5 mm
une baguette bois 25 × 15, l = 1,8 m
un tourillon ∅ 12, l = 50 mm
un morceau de tuyau gaz ∅ 12 × 5, l 20 mm
un joint robinet caoutchouc noir ∅ 22 mm
8 vis bois tête ronde ∅ 3 mm l = 10 et 2 vis à bois à tête ronde ∅ 3 l = 18
une rondelle ∅ 12 × 24 mm
un moteur-jouet 1,5 V utilisé en générateur
un câble électrique à plusieurs fils 2/10, l = 1,5 m
une ampoule 2,5 V, 0,06 A, ou une diode électroluminescente rouge seuil 1,3 V.

3 CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT

Observe la photo et le schéma de principe (fig. 2) et propose des solutions aux problèmes suivants :
— assurer la liberté en rotation de la girouette et son équilibre;
— assurer la liaison axe-hélice;
— réaliser la transmission du mouvement de rotation entre l'axe 5 et le moteur;
— fixer le moteur générateur sur le support.

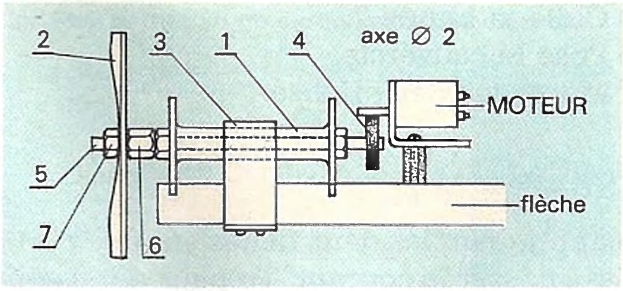


Fig. 3 Dessin d'ensemble partiel.

B — Fabrication de la dérive et de la bande de fixation

1 OPÉRATION DE PERÇAGE

Monte le foret de diamètre 4 mm (ou ∅ 4 mm) sur le mandrin et réalise les huit trous après avoir fixé solidement la pièce sur un support de bois maintenu dans un étau ou par des valets (fig. 4).

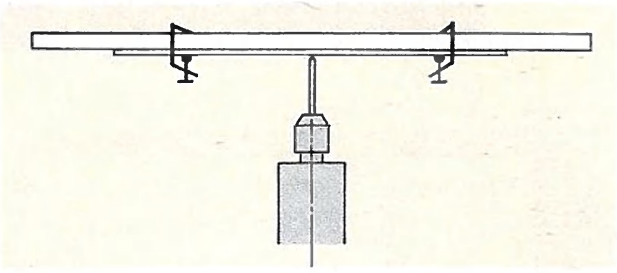


Fig. 4 Fixation et perçage de la tôle.

2 OPÉRATIONS DE TRAÇAGE ET POINTAGE

Avec le crayon HB, reproduis le croquis ci-contre sur la tôle d'aluminium (fig. 5). Avec le pointeau et le marteau, marque les centres des trous (+) en plaçant la pièce sur une surface dure.

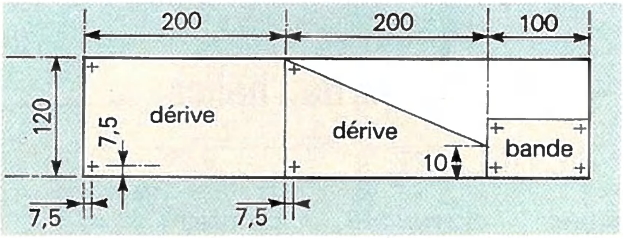


Fig. 5 Traçage sur la tôle et coupe.

3 OPÉRATIONS DE COUPE

Avec les ciseaux forts à lames courtes (ou le sécateur), découpe selon le tracé (fig. 5).

4 OPÉRATION DE CINTRAGE

Cintre la bande par son milieu sur le moyeu (fig. 6).

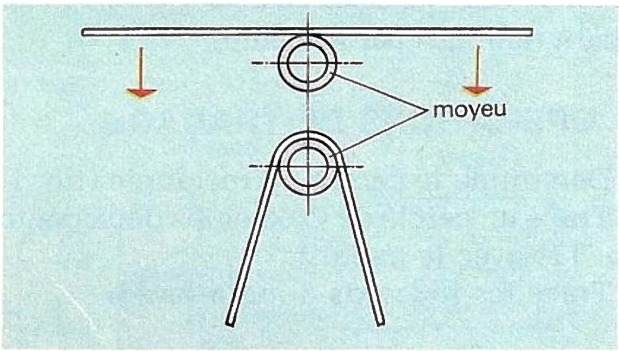


Fig. 6 Cintrage de la bande de fixation.

C — Perçage du galet d'entraînement (joint)

Attention ! il faut absolument que ce trou soit parfaitement centré (fig. 7). Le joint est déjà percé au diamètre (∅ 4 mm), il suffit de le percer au ∅ 6, puis au ∅ 9 après l'avoir fixé dans l'étau.

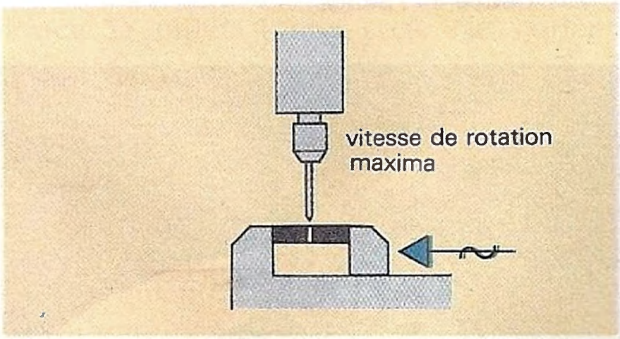


Fig. 7 Fixation et perçage du galet d'entraînement.

Fig. 8 Cet aérogénérateur, construit par E.D.F., et expérimenté à St-Rémy-des-Landes, dans la Manche, possède une hélice à trois pales pour améliorer la rotation et la puissance.

52 UN AÉROGÉNÉRATEUR ÉLECTRIQUE

II

Lecture d'une gamme de fabrication et écriture (notion d'opération).
Notion de nomenclature.

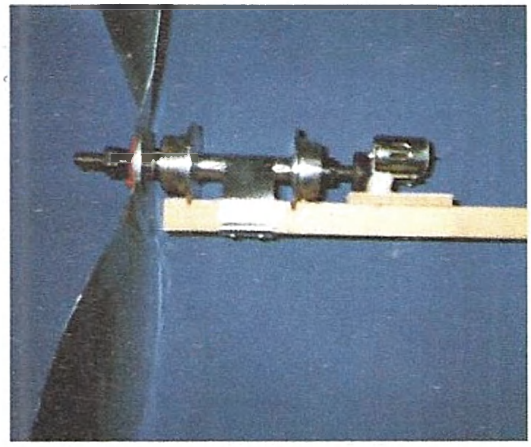


Fig. 9

D — Fabrication de l'hélice

1 OUTILLAGE

compas crayon HB pointeau
perceuse sensitive ou portable
forets ∅ 6 et ∅ 9 ciseaux forts ou sécateur
petites presses et cales en bois
gabarit (fabriqué par le maître).

2 OPÉRATIONS DE TRAÇAGE

1. Détermine le centre du rectangle (fig. 10).
2. Trace un cercle de ∅ 65 et les deux contours (fig. 11) avec le gabarit.
3. Trace les raccords à main levée.

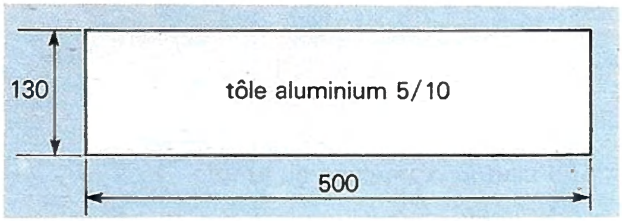


Fig. 10 Traçage des diagonales.

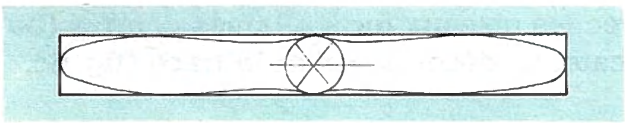


Fig. 11 Traçage de l'hélice.

3 OPÉRATIONS DE PERÇAGE

1. Pointe le centre du cercle (fig. 12).
2. Perce un avant-trou ∅ 6.
3. Perce ensuite le ∅ 9.

Attention, la fixation de la tôle doit être bien assurée pour éviter sa rotation dangereuse.

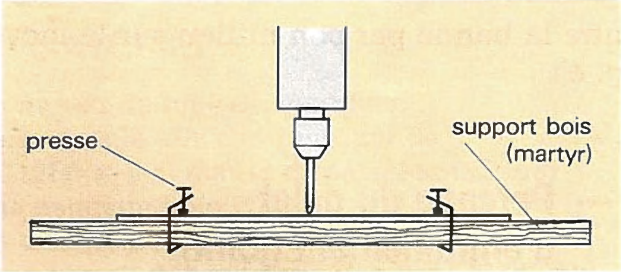


Fig. 12 Fixation et perçage.

4 OPÉRATIONS DE COUPE

1. Avec les ciseaux forts à lames courtes ou un sécateur, découpe selon le tracé (fig. 13). (Revoir la fiche technique établie précédemment).
2. Ponce légèrement le contour.

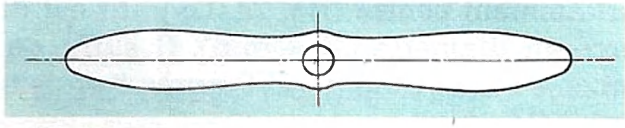


Fig. 13 Coupe de l'hélice.

5 OPÉRATIONS DE VRILLAGE

En fixant le centre avec une cale et une presse, tords les deux parties de l'hélice en sens inverse (fig. 14).
Cette opération peut s'effectuer après montage sur l'axe. Des réglages sur le terrain se feront au cours des essais.

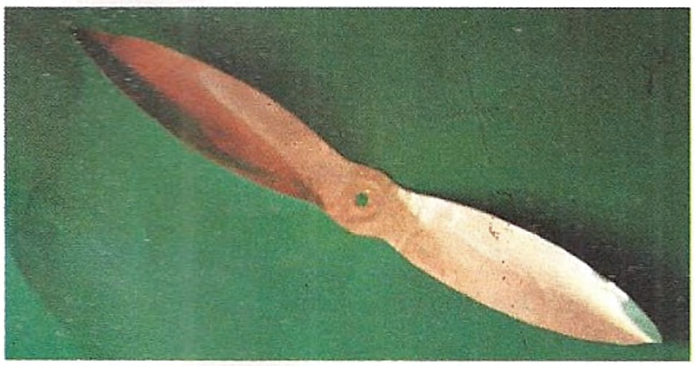


Fig. 14 Vrillage de l'hélice.

E — Fabrication de la girouette

1 OPÉRATIONS DE TRAÇAGE

1. Avec un mètre, porte sur la baguette de bois la longueur 60 cm.
2. Porte aussi l'emplacement du centre du trou et celui des 2 flasques.
3. Sur l'extrémité du mât, détermine le centre en traçant les diagonales (fig. 15).

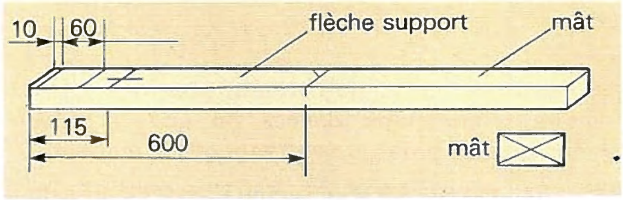


Fig. 15 Traçage du mât et de la flèche.

2 OPÉRATIONS DE SCIAGE

1. Avec une scie à denture fine, tronçonne à ras du trait (fig. 16).
2. Avec une scie à large voie (éventuellement scie à métaux), effectue les rainures pour placer le moyeu.
3. Contrôle avec la pièce.

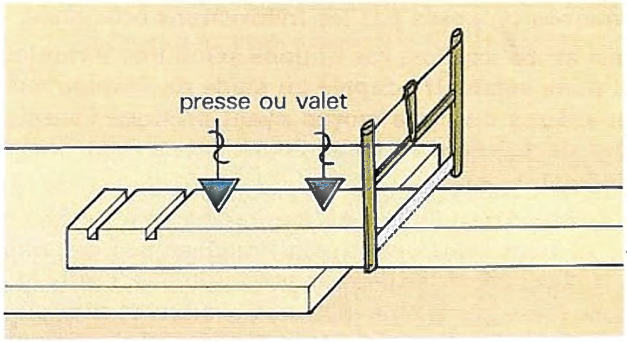


Fig. 16 Séparation par sciage du mât et de la flèche.

3 OPÉRATIONS DE PERÇAGE

1. Monte une mèche de ∅ 12 sur le vilebrequin et perce le mât en bout sur une profondeur de 18 mm (trou borgne).
Attention à la verticalité de la pièce et de la mèche (fig. 17).
2. Perce maintenant avec la même mèche la flèche-support.
Attention de bien fixer la pièce et de placer un morceau de bois (martyr) en dessous du perçage (fig. 17).

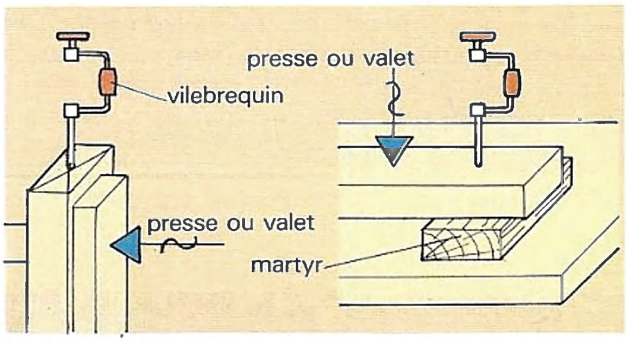


Fig. 17 Fixation et perçage du mât et de la flèche.

F — Montage de l'ensemble

1 MONTAGE DU MOYEU ET DE L'HÉLICE

1. Avec la bande 3, fixe le moyeu dans son logement.
2. Place le galet 4 sur l'axe (le coller si nécessaire).
3. Monte l'hélice en serrant fortement l'écrou 6 en bloquant le 7.

2 MONTAGE DU MOTEUR ET DE LA DÉRIVE

1. Coupe en deux parties égales le tuyau à gaz et monte le moteur comme indiqué sur le dessin (fig. 18).
2. Visse la dérive sur l'arrière de la flèche-support.

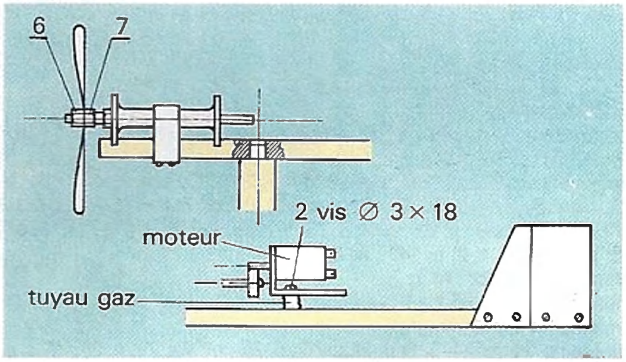


Fig. 18 Montage de l'ensemble.

3 MONTAGE ÉLECTRIQUE

Réalise suivant ton choix (ampoule ou diode), le circuit qu'alimente l'aérogénérateur. (Reporte-toi page 160)

Savoirs

Cette partie de l'ouvrage contient plus que la réponse directe aux questions posées ou que le bilan des activités que les enfants sont engagés à réaliser.

Sous le même numéro et le même titre de chapitre, nous y avons rassemblé et organisé les notions qui nous semblaient nécessaires à la construction et à la mémorisation des sujets abordés dans les grands domaines proposés par les Instructions officielles.

Nous avons exprimé ces notions selon une formulation qui nous semblait adaptée au stade de développement des enfants du cycle moyen ayant pratiqué l'enseignement de sciences et technologie durant leur scolarité élémentaire.

Le texte correspondant à chaque chapitre ne doit pas être lu immédiatement après l'analyse des documents ou la réalisation des travaux proposés. Il est utile que la classe fasse elle-même un premier bilan et entreprenne d'organiser les connaissances découvertes.

Les élèves trouveront alors ici une confirmation de leur réflexion globale, une formulation peut-être plus rigoureuse. Le vocabulaire est volontairement précis. Quand cela a semblé utile, nous n'avons pas hésité à employer un terme exact (plutôt qu'un synonyme approximatif ou qu'une périphrase), car un mot donné sous-tend une notion précise : c'est un code qui permet la communication.

Cependant, le vocabulaire ne doit pas être imposé d'une manière abstraite, sans une observation ou une réflexion préalable. Le mot sera prononcé et défini au moment où l'activité mentale le demande. C'est dans ce cas seulement que l'enfant le mémorisera sans effort selon une signification compatible avec son niveau de développement intellectuel.

Nous avons introduit dans ces pages quelques compléments d'information, quelques documents supplémentaires qui nous semblaient importants pour prolonger le sujet abordé.

Chaque fois que le travail débouchait sur des notions induisant des comportements (hygiène, respect de la nature, conduite à tenir en cas d'accident...), ceux-ci ont été explicités.

Es-tu capable de..., placé en bas de page, pose des questions qui visent à s'assurer que les objectifs fondamentaux, tant de connaissance que de savoir-faire et de comportement, ont été atteints. Les élèves doivent parfois analyser des exemples voisins de ceux qu'ils ont étudiés et qui peuvent prolonger l'étude.

Sources des illustrations

Atlas-Photo/Candelier-Lauros : p. 55 : n° 9; / Doumic : p. 124; / Simonnet : p. 47 : n° 8;
Bérenger : p. 60 : n° 2; p. 61 : n° 5;
C.E.D.R.I./Sappa : p. 138 : n° 1;
Chirouze : p. 4 : n° 3; p. 5 : n°s 6, 7; p. 6 : n°s 1, 2, 3; p. 7 : n°s 5, 6; p. 8 : n°s 1a, 1b, 2, 3; p. 9 : n° 5; p. 10 : n° 3; p. 11 : n°s 4, 5, 7; p. 18 : n° 3; p. 19 : n°s 4, 5, 8; p. 51 : n° 5; p. 52 : n°s 1, 2a, 3; p. 53 : n°s 4, 5; p. 54 : n°s 1, 2, 3, 4, 6; p. 55 : n°s 8, 11, 12; p. 58 : n°s 1, 3; p. 60 : n° 1; p. 61 : n°s 3, 4; p. 62 : n° 2; p. 110 : n° 3; p. 111 : n°s 2, 3; p. 112 : n° 2; p. 116 : n° 2; p. 137 : n°s 2, 3;
C.N.R.I. : p. 24 ; n° 2; p. 25 : n° 4; p. 42 : n° 3;
C.N.R.S. : p. 16 : n° 1;
Comité de Paris contre les maladies respiratoires et la tuberculore : p. 33 : n° 7;
Cottet-Rossi : p. 28 : n° 1;
C.R.D.P. de Corse/Riboud-Comes : p. 143 : n° 3;
C.R.P.I./Morin : p. 7 : n° 7;
Explorer/Dorval : p. 144 : n° 3 / Krafft : p. 20 : n°s 2, 3; p. 118 : droite; / Vulcain : p. 117 haut de page;
Fotogram/Bordas : p. 24 : n° 3; p. 38 : n°s 1, 2, 3; / Corson : p. 24 : n° 1; p. 37 : n° 2; / Duhale : p. 43 : n° 5; / Gaugez : p. 35 : n° 7; p. 138 : n° 2; / Loucel : p. 74 : n° 1; / Stone : p. 62 : n° 4; p. 75 : n° 5; p. 78 : n° 3; p. 81 : n° 5; p. 135 : n° 3; p. 144 : n°s 1, 2; p. 147 : n° 3;
Gamma/Barr : p. 22 : n° 1;
Giraudon : p. 144 : n° 1;
Goron : p. 74 : n° 3;
Granger : p. 20 : n°s 1, 5, 6; p. 21 : n° 7; p. 25 : n°s 6a, 7a; p. 26 : n° 3; p. 27 : n° 5; p. 28 : n°s 3, 4; p. 29 : n°s 5, 6: p. 33 : n° 5; p. 39 : n°s 7, 8, 9, 10, 11; p. 40 en haut; p. 42 : n° 1; p. 43 : n°s 6, 7; p. 44 : n°s 1, 2, 3, 4, 5; p. 47 : n° 7; p. 117 : bas de page; p. 118 : gauche; p. 120 : droite, p. 121; p. 123; p. 127; p. 130;
Granger/Gaudin : p. 20 : n° 4;
Granger/Nury : p. 25 : n° 5; p. 26 : n° 1; p. 27 : n° 7; p. 30 : n°s 1, 2, 3, 6; p. 31 : n° 7; p. 32 : n°s 1, 2, 3; p. 34 : n°s 1, 2; p. 36 : n° 1; p. 37 : n°s 3, 4; p. 45 : n°s 7, 8, 9; p. 46 : n° 1; p. 47 : n° 6; p. 119 : n° 3; p. 122; p, 129;
Granger/Wyns : p. 29 : n° 7;
Hot : p. 19 : n° 7; p. 58 : n° 2, p. 59 : n° 5; p. 63 : n° 9; p. 64 : n° 1; p. 71 : n° 7; p. 75 : n° 6; p. 140 : n° 1; p. 143 : n° 1;
Jacana/Labat : p. 38 : n° 6; / Mero : p. 38 : n° 5;
Jerrican : p. 5 : © D.R. n° 10; p. 56 : n° 3; p. 111 : n° 1; / Berenguier : p. 56 : n° 3; p. 62 : n° 5; p. 63 : n° 8; p. 64 : n° 3; p. 81 : n° 6; p. 136 : n° 2; / C.F.P. : p. 69 : n° 5; p. 73 : n° 7; / C.F.P.-S.N.C.F. : p. 71 : n° 4 / Daudier : p. 81 : n° 4; / Gaillard : p. 62 : n° 3; p. 86 : haut de page; / Matra : p. 13 : n° 8; / Schaff : p. 135 : n° 1; / Sodel : p. 65 : n° 5; p. 139 : n°s 1, 2; / Zainturier : p. 62 : n° 1; p. 73 : n° 4; p. 143 : n° 2;
Loïc-Jahan : p. 13 : n°s 6, 7; p. 72 : n° 1; p. 138 : n° 3;
Lumley (de) : p. 45 : n° 6;
Nurydsany : p. 126;
Palais de la découverte : p. 15 : n° 4;
Parent-Scoop : p. 41 : n° 4;
Petzold : p. 63 : n° 6;
Photofile Zefa : p. 41 : n° 5;
Photothèque Bull : p. 90 : n° 1;
Photothèque E.D.F.-Sodel : p. 67 : n° 4; / Brigaud : p. 105 : bas de page; / Roux : p. 140 : n° 3;
Photothèque Jeulin : p. 79 : n° 5; p. 84 : n° 1;
Photothèque Renault : p. 75 : n° 4;
Photothèque Thomson : p. 78 : n° 2; / Mathieu : p. 147 : n° 2;
Pitch : p. 21 : n° 9 : / Rouet : p. 54 : n° 5; / Carton : p. 55 : n° 7;
Poclain Potain matériel : p. 63 : n° 7;
P.P.P.-I.P.S. : p. 15 : n° 5; p. 113 : n° 2;
Rapho/Halin : p. 21 : n° 8; / Prunin : p. 128; / Saïto : p. 78 : n° 1;
Ets Renoir : p. 137 : n° 1;
S.A.M./Beraut : p. 132 : n° 2; / Masson : p. 18 : n° 1; / Rignard : p. 51 : n° 4; / Weber : p. 116 : n° 1;
Sauvage : p. 55 : n° 10; p. 96 : n°s 2, 3; p. 97 : n°s 7, 8; p. 98 : n° 1; p. 104 : n° 1; p. 106 : n°s 9, 14;
Seyvoz : p. 76 : n°s 1, 2; p. 77 : n° 4; p. 79 : n°s 4, 6; p. 80 : n° 1; p. 81 : n° 3; p. 82 : n°s 1, 2; p. 83 : p. 85 : n°s 4, 5, 6; p. 87 : n° 5; p. 88 : n°s 1, 2; p. 89 : n°s 4, 5, 6; p. 91 : n° 6 bis; p. 92 : n°s 1, 3; p. 93 : n° 6; p. 94 : bas de page; p. 95; p. 145 : n° 1; p. 146 : n° 2; p. 147 : n° 1; p. 148 : n°s 1, 2; p. 149 : n°s 1, 3; p. 151 : n° 1; p. 152 : n°s 2, 3; p. 153 : n°s 1, 2, 3, 4, bas de page; p. 154 : n°s 1, 2, 3;
Six : p. 38 : n° 4.;
Sygma/Carrion : p. 22 : n° 2; / Rancinan : p. 22 : n° 3; / Vauthey : p. 73 : n° 5;
The Image Bank/Leuvin : p. 94 : haut de page.

Dessins exécutés par L. Blondel, B. Congar, M. Fort, G. Plomion.

PHOTO DE COUVERTURE : P.P.P.-IPS : haut; Jerrican / Gaillard : milieu; Sygma / Giansanti : bas;

1 VERTICAL ? HORIZONTAL ?

1 VERTICAL

Vertical en un endroit de la Terre veut dire : suivant la **direction du fil à plomb (fig. 1 et 3).**

2 HORIZONTAL

Horizontal, en un endroit, veut dire **perpendiculaire au fil à plomb (fig. 2).**
La surface d'un liquide immobile est plane et horizontale.
Quand deux récipients ouverts communiquent par le bas, les surfaces du liquide qu'ils contiennent sont dans un même plan horizontal (fig. 2).

3 NIVEAU À BULLE

Le niveau est en bonne position quand la bulle se place entre ses deux repères : il est alors, suivant le cas, horizontal ou vertical (fig. 4).
Pour vérifier l'horizontalité d'un plan ou la verticalité d'un poteau, il faut placer le niveau dans deux positions différentes.

4 ATTRACTION UNIVERSELLE

La Terre est ronde comme une boule, personne n'en doute aujourd'hui . La surface d'un liquide au repos est donc un petit morceau de sphère, et deux droites verticales prolongées se rencontreraient au centre de la Terre.
La Terre exerce sur tous les objets une attraction que nous appelons **poids** ou force de **pesanteur.**
C'est la pesanteur qui fait tomber un caillou, c'est elle qui tend le fil à plomb, c'est elle qui retient l'eau des océans à la surface du globe.
L'existence de cette force n'est pas un privilège de la Terre. Tous les astres l'exercent sur les objets dans leur voisinage et l'exercent entre eux.
C'est l'**attraction universelle** ou **gravitation.**

Es-tu capable de...

1. *Définir la verticale puis l'horizontale en un endroit ?*
2. *Énoncer la propriété de la surface des liquides ?*
3. *Vérifier la verticalité d'un piquet ?*
4. *Vérifier l'horizontalité d'une surface plane ?*

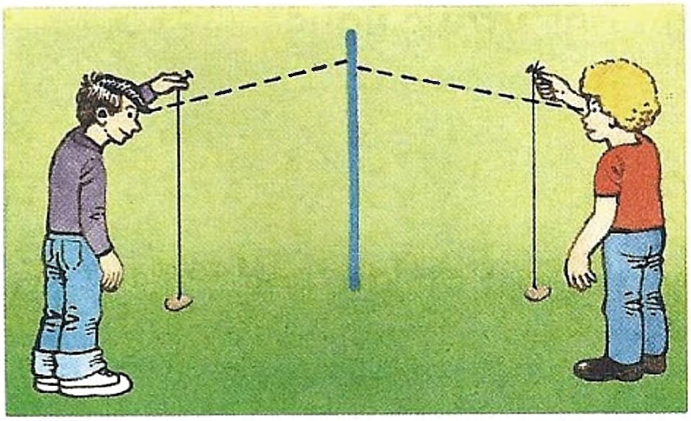


Fig. 1 Il faut deux visées pour vérifier la verticalité du piquet.

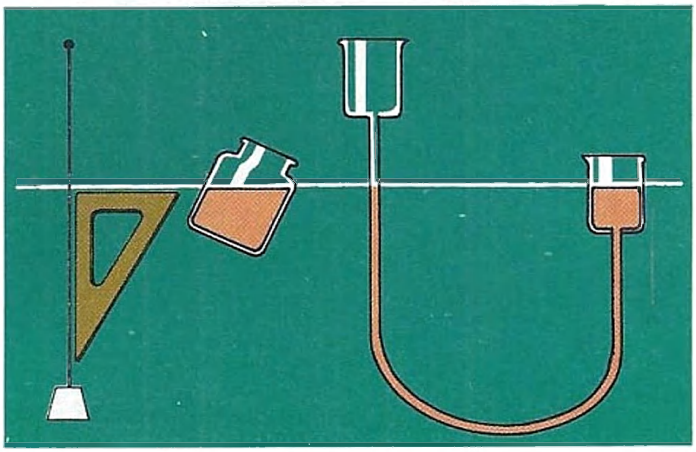


Fig. 2 Verticale et horizontale sont perpendiculaires.

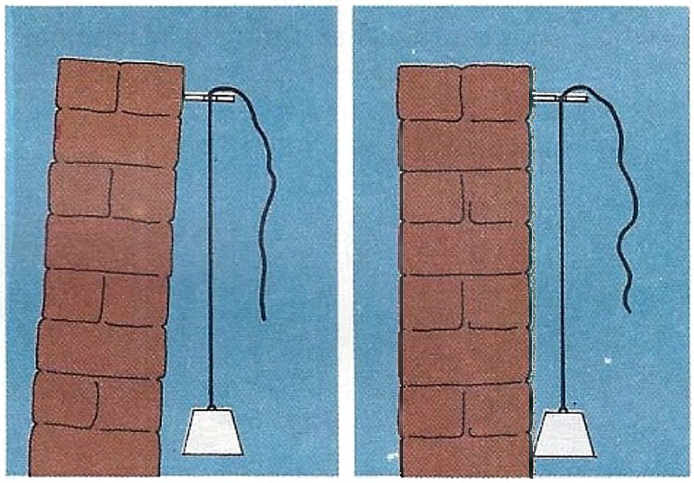


Fig. 3

Fig. 4 Fiole à bulle d'un niveau. Elle permet de vérifier, suivant le cas, horizontalité et verticalité.

2 ORIENTONS-NOUS

1 LA BOUSSOLE

L'aiguille d'une boussole est un petit aimant. Montée sur un pivot, elle s'oriente librement.
Sa partie colorée indique le nord. Son cadran gradué permet de lire l'angle que fait une direction avec celle du nord; on dit parfois le **cap.**

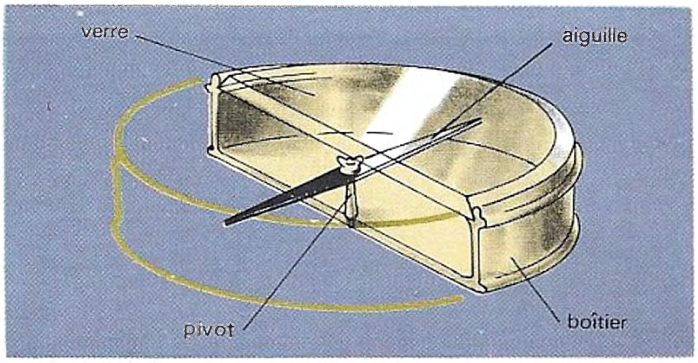


Fig. 1 Schéma d'une boussole.

2 LES POINTS CARDINAUX

Les points cardinaux sont :
Nord.Sud.Est.Ouest, ou **West.**
Quatre points cardinaux ne suffisent pas toujours. On utilise donc les directions intermédiaires de la rose des vents (fig. 2).

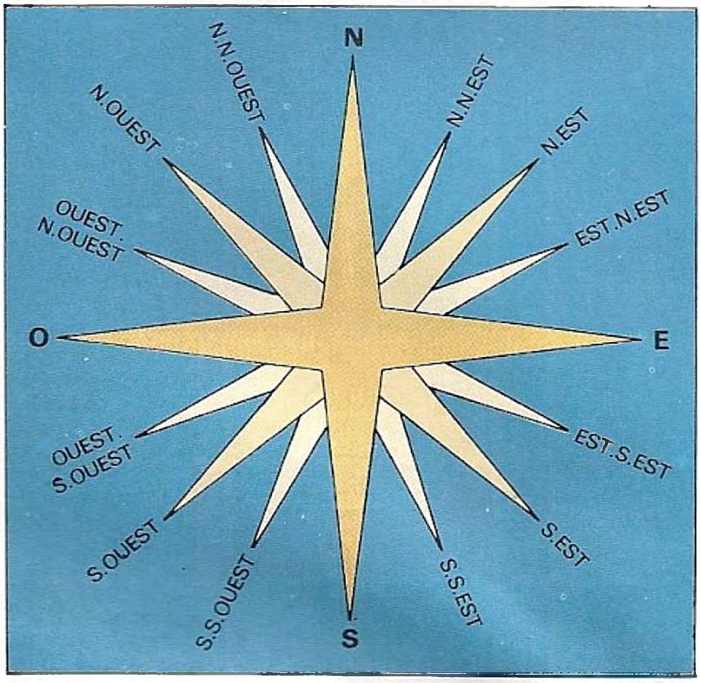


Fig. 2 Rose des vents.

3 RELEVER SA DIRECTION SUR LA CARTE

a) Nous allons du point X au point Y sur la carte. Joignons X et Y. Posons la boussole sur la carte, son centre placé en X. Orientons le nord du cadran vers le nord de la carte. Nous lisons, en regard de X Y, la direction ou le cap sur le cadran.
Tu as procédé ainsi, page 7, figure 5 pour aller de A à B.
b) Si la boussole possède une réglette, orientons celle-ci suivant X Y. Elle nous indiquera sur le terrain la direction à suivre (fig. 3).

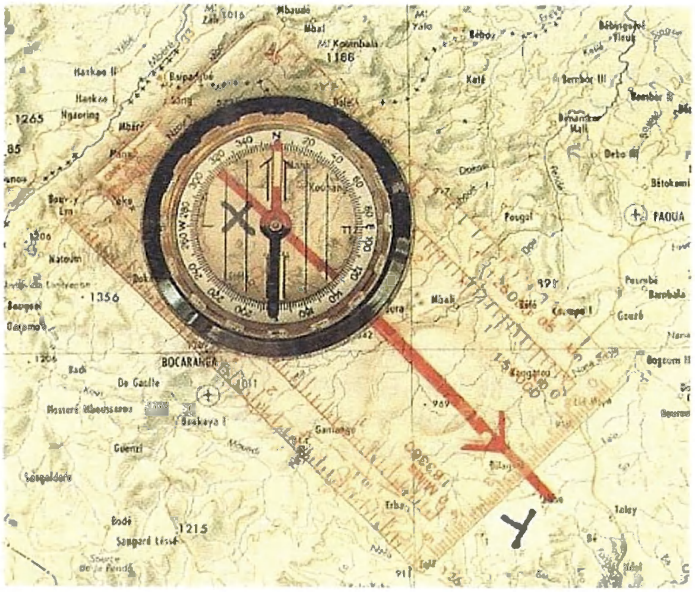


Fig. 3 Relevé, sur la carte, du cap de la route XY. Le nord du cadran coïncide avec celui de la carte. La flèche de la règle est dans la direction XY.

4 SUIVRE LE CAP AVEC UNE BOUSSOLE

a) En veillant qu'il n'y ait pas de fer ou d'aimant dans le voisinage de la boussole, nous faisons tourner le boîtier jusqu'à placer le N du cadran sous le côté coloré de l'aiguille. Nous nous dirigeons dans la direction définie sur la carte.
b) Si nous avons placé la règle sur ce cap, sa flèche nous indique la direction à suivre. (Reporte-toi à la figure 6 de la leçon page 7, où la boussole donne par exemple la direction S.E.).

Es-tu capable de...

1. *Trouver les quatre points cardinaux en connaissant l'un d'eux ?*
2. *Désigner toutes les directions sur la rose des vents ?*
3. *Suivre une direction (ou un cap) avec la boussole ?*
4. *Relever une direction (ou un cap) sur la carte ?*

3 LA TERRE TOURNE SUR ELLE-MÊME

1 LE JOUR ET LA NUIT

La Terre tourne sur elle-même autour d'un axe imaginaire passant par ses pôles. Elle fait, par rapport au Soleil, un tour par 24 heures. A chaque instant, une moitié de sa surface reçoit la lumière, l'autre est dans l'obscurité (fig. 1). Cela explique la succession des jours et des nuits.

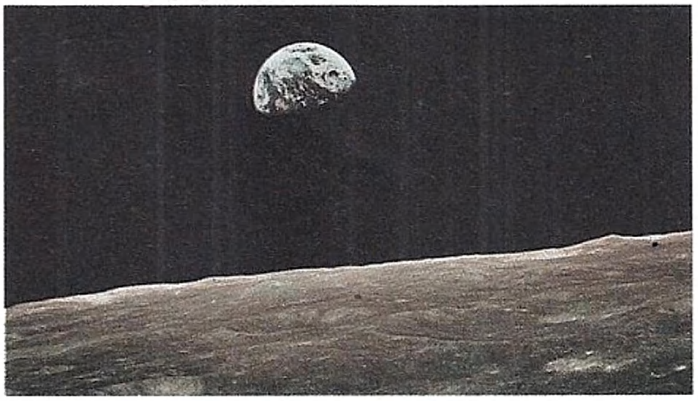


Fig. 1 La Terre, la planète bleue, photographiée depuis un Vaisseau Apollo tournant autour de la Lune.

2 L'HEURE DU SOLEIL

La rotation terrestre explique aussi le mouvement apparent d'est en ouest du Soleil. A un moment du jour, il atteint son point le plus haut dans le ciel : on dit qu'il culmine. C'est la **culmination.** Il est alors **midi solaire** ou **midi vrai.** C'est l'instant où l'ombre d'une tige verticale sur le sol est la plus courte. En France métropolitaine, cette ombre indique alors le nord, le Soleil indique le sud.

Fig. 2 Maquette de la Terre. L'ombre de l'épingle explique l'expérience du gnomon.

3 L'HEURE LÉGALE

Quand il est midi solaire à Paris ou à Albi, il est au Soleil environ 11 h 30 à Brest et 12 h 20 à Strasbourg ou à Nice. L'heure solaire que donnent les cadrans solaires (fig. 3) est peu commode. Au même instant, elle n'a pas la même valeur.
On utilise dans chaque pays une **heure légale.** Elle est définie à partir de l'heure solaire de Greenwich (observatoire de Londres) et qu'on appelle **Temps universel** (T.U.). Le Temps universel retarde de 9 minutes sur l'heure solaire de Paris.

En France métropolitaine, l'hiver, l'heure légale est T.U. + 1. C'est-à-dire qu'il est 13 h en France quand il est 12 h solaire à Londres.
- En Guadeloupe, elle est : T.U. − 4 h 30.
- En Nouvelle-Calédonie, elle est : T.U. + 11 h 30.

Consulte la carte de la figure 6 page 9.

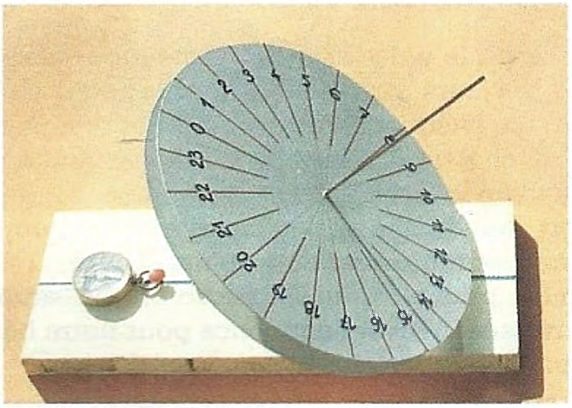


Fig. 3 Cadran solaire équatorial. Ce cadran solaire reproduit chez toi l'expérience du gnomon faite au pôle Nord ou au pôle Sud. (Tu peux imaginer cette expérience sur ta maquette en observant l'ombre de l'axe).
Le disque porte sur ses deux faces 24 divisions égales : les 24 heures du jour. La tige est pointée vers l'étoile Polaire. Tu pourras, en faisant tourner le cadran sur sa tige, le régler sur l'heure légale.

4 L'HEURE D'ÉTÉ

Pour des raisons d'économie d'énergie (éclairer plus tard nos lampes le soir), on avance d'une heure nos montres l'été. Ainsi, en France, du dernier samedi de mars au second samedi d'octobre, l'heure légale est : T.U. + 2.

Es-tu capable de...

1. *Expliquer le jour et la nuit ?*
2. *Définir midi vrai ?*
3. *Dire le Temps universel ?*
4. *Expliquer les fuseaux horaires ?*

4 MOUVEMENT DE LA TERRE AUTOUR DU SOLEIL

1 MOUVEMENT ANNUEL DE LA TERRE

La Terre décrit en une année une orbite presque circulaire autour du Soleil. Son rayon mesure environ 150 millions de kilomètres (fig. 1). Le plan de cette orbite s'appelle l'**écliptique.** .
L'axe des pôles est incliné sur l'écliptique. Cette inclinaison est la cause de l'inégalité des jours et des nuits. Elle explique, aussi, l'existence des saisons.

2 INÉGALITÉ DES JOURS ET DES NUITS

Pour l'hémisphère Nord (c'est l'inverse pour l'hémisphère Sud) (fig. 2) :
- le 21 juin, les jours sont les plus longs de l'année et les nuits les plus courtes. C'est le **solstice de juin.**
- le 22 décembre, les jours sont les plus courts et les nuits les plus longues. C'est le **solstice de décembre.**
- le 20 mars et le 22 septembre, les jours et les nuits ont la même durée. Ce sont les **équinoxes.**

3 LES SAISONS

En juin, où le pôle Nord est un peu tourné vers le Soleil, les jours sont plus longs et le Soleil est plus haut dans l'hémisphère Nord. Celui-ci reçoit alors plus de chaleur. Comme la Terre et l'atmosphère mettent un certain temps pour se réchauffer, la saison chaude n'arrive qu'ensuite. C'est pourquoi on ne fait commencer l'été qu'au 21 juin.
Six mois plus tard, au 22 décembre, la situation est inversée. L'hiver commence pour notre hémisphère.

4 ANNÉE BISSEXTILE

- Le temps qui sépare deux passages consécutifs du Soleil à la culmination est le **jour solaire.** C'est une unité importante. Il a été divisé en heures, minutes et secondes.
- L'année, temps que met la Terre pour boucler son périple autour du Soleil, ne comporte pas un nombre entier de jours solaires, mais 365 jours et 1/4 environ. Pour éviter un décalage progressif des saisons, une année sur quatre comporte 366 jours (un jour de plus en février). C'est l'**année bissextile,** année dont le millésime est multiple de quatre : 1988, 1992 sont bissextiles.

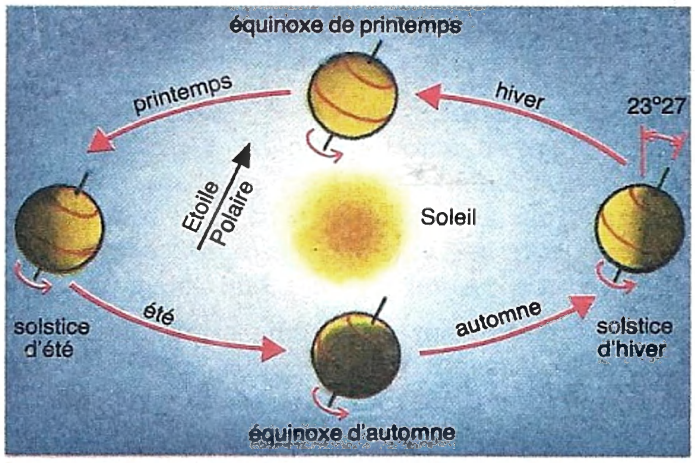


Fig. 1 Révolution annuelle de la Terre autour du Soleil. L'orbite est en réalité une ellipse très peu aplatie.

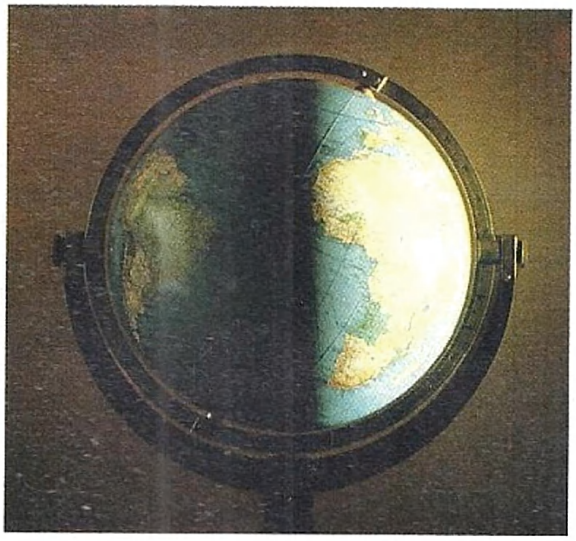


Fig. 2 Globe terrestre éclairé comme au jour du solstice de juin.

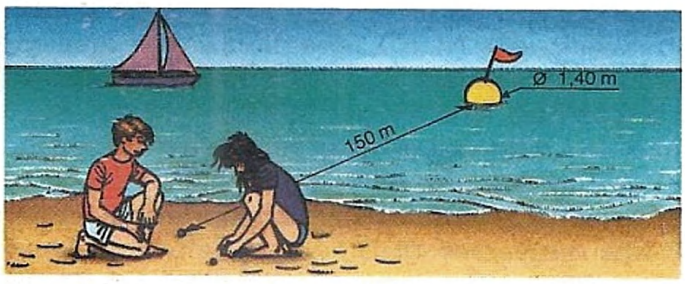


Fig. 3 Un modèle réduit au milliardième.
(1 mm représente 1 000 km).
- Le **Soleil :** une bouée de 1,4 m de diamètre.
- La **Terre :** une bille de 13 mm de diamètre à 150 m de la bouée.
- La **Lune :** un petit pois de 3,5 mm de diamètre à 40 cm de la bille.

Es-tu capable de...

1. *Décrire le mouvement annuel de la Terre autour du Soleil ?*
2. *Décrire sa position aux solstices et aux équinoxes ?*
3. *Expliquer l'origine des saisons ?*
4. *Donner la raison des années bissextiles ?*

5 LA LUNE, COMPAGNE DE LA TERRE

1 LES PHASES DE LA LUNE

La Lune tourne autour de la Terre, mettant un peu moins d'un mois pour en faire le tour. Ayant toujours une face éclairée par le Soleil et une face dans l'ombre, elle change d'aspect suivant sa position par rapport à la Terre (fig. 1). Cela explique les phases de la Lune dont le cycle dure 29,5 jours. C'est la **lunaison.** L'usage du mois et de la semaine dans les calendriers a pour origine la lunaison et sa division en quartiers.

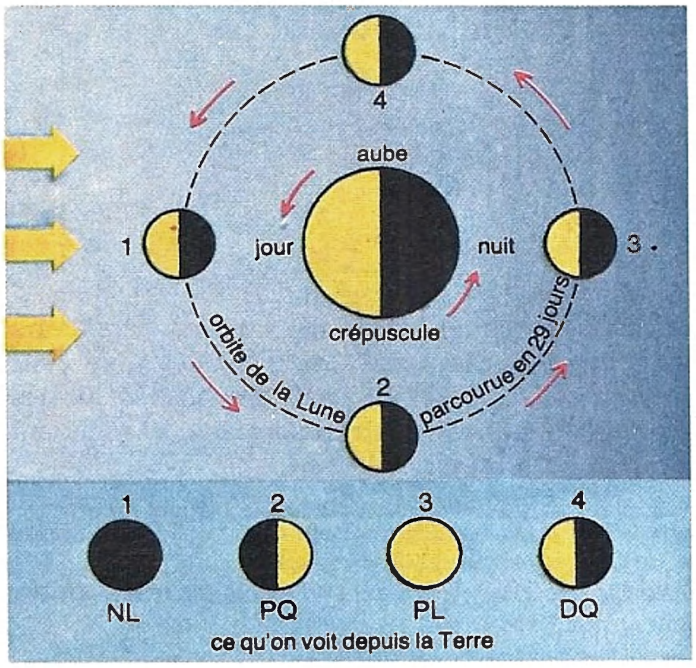


Fig. 1 Les phases de la Lune et leur explication. (L'orbite de la Lune n'est pas à l'échelle).

2 NOTRE SATELLITE

La Lune est un satellite naturel de la Terre. L'orbite qu'elle décrit autour de notre globe n'est pas éloignée d'un cercle de 384 000 km de rayon (distance moyenne qui nous sépare de la Lune). Le plan de cette orbite est très proche de l'écliptique.

Le diamètre de la Lune est le quart, environ, de celui de la Terre. Plus petite que celle-ci elle est aussi moins massive et attire moins fortement les corps à sa surface. La *pesanteur* y est en effet six fois plus faible que sur Terre. Pour cette raison, la Lune n'a pas retenu de gaz à sa surface; elle est privée d'*atmosphère* (fig. 2).

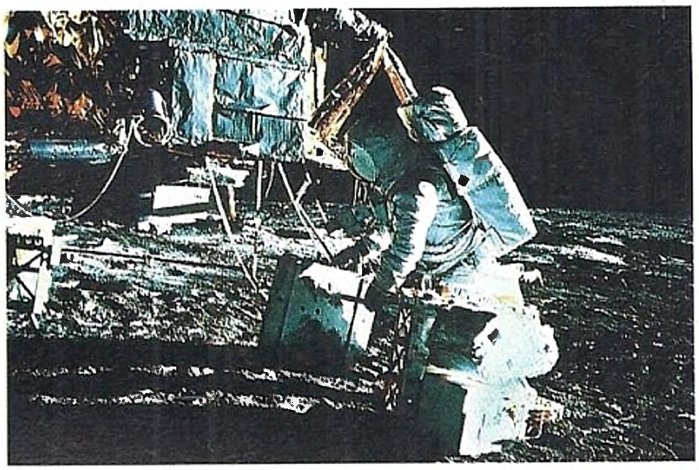


Fig. 2 L'astronaute Aldrin installe un sismographe sur la Lune destiné à déceler les tremblements du sol. Pourquoi porte-t-il un scaphandre ?

3 LES MARÉES

La loi de la **gravitation** fait que la Terre et la Lune s'attirent réciproquement. La force que la Terre exerce sur la Lune maintient celle-ci sur son orbite. La force que la Lune exerce sur la Terre a pour conséquence les marées. Comme le montre la figure 3, cette force, en effet, déforme légèrement les océans. La Terre tournant sur elle-même, cette déformation se déplace, provoquant ainsi les marées.

Le Soleil, beaucoup plus éloigné, a une action plus faible. Cependant, pour la nouvelle et la pleine Lune, son action s'ajoutant à celle de la Lune, provoque les plus fortes marées.

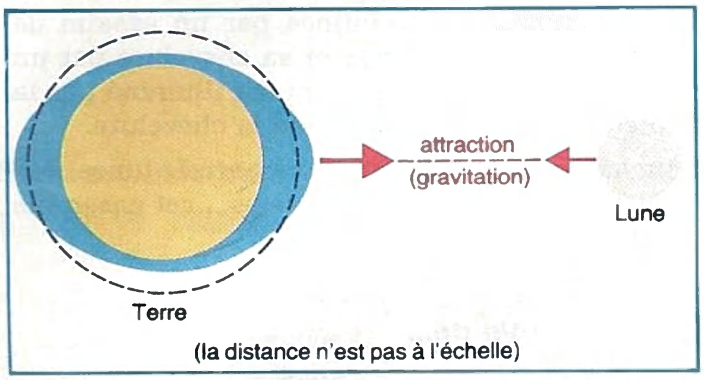


Fig. 3 Les marées. Schéma montrant la légère déformation des océans due à l'attraction lunaire. Les eaux tournées vers la Lune sont plus fortement attirées, les eaux à l'opposé le sont moins fortement. On a exagéré l'épaisseur des océans et leur déformation.

Es-tu capable de...

1. *Reconnaître les phases de la Lune ?*
2. *Expliquer l'origine de ce phénomène ?*
3. *Indiquer la durée d'une lunaison ?*
4. *Expliquer l'origine des marées ?*

6 LA FAMILLE DU SOLEIL

1 HISTORIQUE

Les astronomes de l'Antiquité avaient, dans leurs observations, distingué les planètes par leur mouvement différent de celui des étoiles. Ils les appelaient les « astres errants » et leur associaient le Soleil et la Lune.

Les Grecs plaçaient la Terre immobile au centre du monde et faisaient tourner autour d'elle le Soleil, la Lune et les cinq planètes qu'ils connaissaient (fig. 1).

C'est Copernic qui lança au XVIe siècle les idées qui ont cours aujourd'hui.

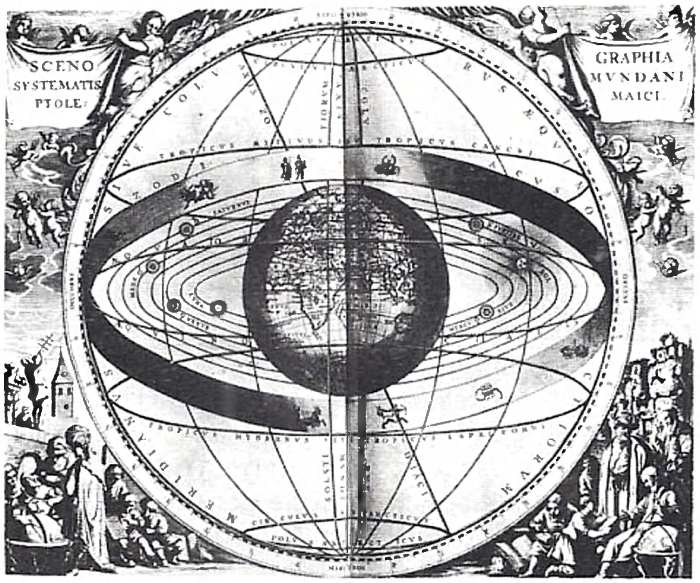


Fig. 1 Le système de Ptolémée enseigné en Grèce en 150 après Jésus-Christ.

2 LES PLANÈTES ET LEURS SATELLITES

Depuis Copernic, trois autres planètes ont été découvertes, ce qui porte leur nombre à neuf. Toutes gravitent dans le même sens sur des orbites en forme d'ellipses presque circulaires, comme celle de la Terre. (Celle de Pluton est un peu allongée). Leur plan est très proche de celui de la Terre, le plan de l'écliptique, ce qui fait un ensemble curieusement très plat (fig. 1, p. 14). Enfin, des milliers de très petites planètes ou *astéroïdes,* qui sont des blocs rocheux, gravitent aussi autour du Soleil.

3 LES COMÈTES

Comme les planètes, les comètes sont des objets qui parcourent notre système solaire, en général sur une orbite très allongée. Elles viennent contourner le Soleil, passant assez près de nous pour être parfois visibles. Elles disparaissent ensuite pour longtemps, avant de reparaître. La tête d'une comète est formée par un essaim de corps solides assez petits et sa chevelure par un nuage de poussières. Le front est illuminé par la lumière du Soleil qui repousse la chevelure.

Concluons : Neuf planètes, trente-trois lunes, des milliers d'astéroïdes, des comètes... cet ensemble constitue la famille du Soleil.

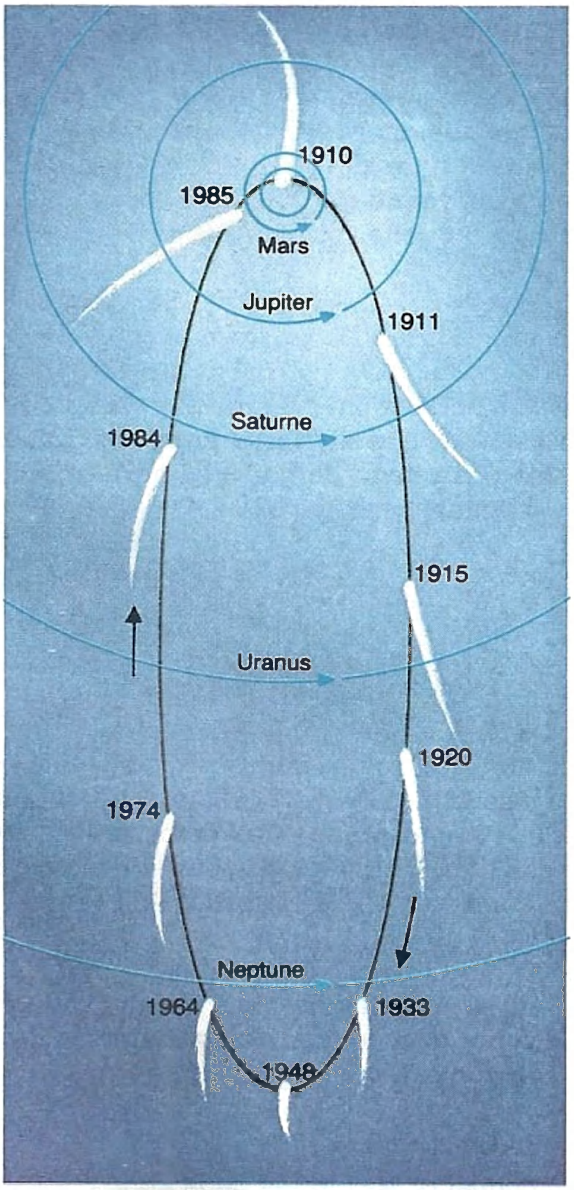


Fig. 2 Dans son périple, qui dure 76 ans, la comète de Halley s'écarte à des centaines de millions de km du Soleil. Elle a été mentionnée pour la première fois en 467 avant J.-C. Son retour en 1986 constitue sa 33e apparition.

Es-tu capable de...

1. *Citer des planètes du Soleil ?*
2. *Citer la plus proche du Soleil; la plus éloignée; la plus grosse ?*
3. *Dire ce qu'est une comète ?*

7 CONSTELLATIONS ET ÉTOILES

1 LA SPHÈRE CÉLESTE (fig. 1)

À l'œil nu, planètes et étoiles se ressemblent : des petits points lumineux dans le ciel. Pourtant la comparaison entre la Terre (une planète) et le Soleil (une étoile) montre que ce sont des astres très différents. Le Soleil est en effet une étoile comme les autres, ni la plus grosse ni la plus petite, mais la plus proche de nous. Une étoile est toujours si lointaine qu'observée avec le plus puissant télescope, elle nous apparaît encore comme un point lumineux.
Les Anciens ont groupé les étoiles en **constellations** (fig. 2). Celles-ci n'ont pas changé de forme depuis l'Antiquité où l'on a dressé les premières cartes du ciel. L'énorme distance des étoiles nous cache, en effet, leurs mouvements. Les planètes, au contraire, se déplacent parmi les étoiles.

2 CHANGEMENTS D'ASPECT DU CIEL NOCTURNE

a) Les étoiles tournent pendant la nuit : ce mouvement n'est qu'apparent, il est dû à la rotation de la Terre sur elle-même.
b) Les étoiles tournent aussi d'est en ouest pendant l'année. Cette apparence est due au mouvement de la Terre autour du Soleil (fig. 4, page 17). Les étoiles que la lumière du Soleil ne nous cache pas, c'est-à-dire celles que nous voyons la nuit, changent lentement au cours de l'année.
c) Le Zodiaque. Nous avons dit que tous les astres de la famille du Soleil étaient presque dans un même plan : l'écliptique. C'est pourquoi nous voyons le Soleil, la Lune, les planètes tout au long de l'année, se déplacer dans un mince ruban du ciel (fig. 4, page 17). Les douze constellations qui s'y trouvent sont celles du Zodiaque auxquelles les Anciens accordaient, en raison de cela, une importance particulière.
L'astrologie qui prétend, aujourd'hui encore, prédire l'avenir à partir des astres n'est pas une science. Il y a là un jeu dont il ne faut pas être dupe.

3 LA VOIE LACTÉE OU GALAXIE

La Voie lactée, que l'on appelle aussi Galaxie, est formée d'innombrables étoiles trop lointaines pour les distinguer. Il y a plus de 100 milliards d'étoiles dans la Galaxie; le Soleil en fait partie. Et il y a sans doute plus d'un milliard de galaxies semblables dans l'univers.

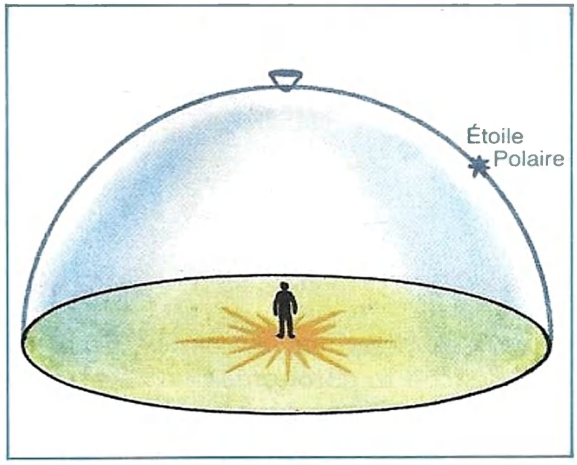


Fig. 1 La sphère céleste, la voûte étoilée... Une cloche à fromage géante sur laquelle seraient piquées les étoiles ? Ce n'est évidemment qu'apparence. Les étoiles sont dispersées dans l'univers à des distances de nous très diverses.

Fig. 2 La constellation d'*Orion*. Il faut beaucoup d'imagination pour y voir un guerrier, sa ceinture (le baudrier) et son épée.

Es-tu capable de...

1. *Dire la différence entre une étoile et une planète ?*
2. *Reconnaître la Grande Ourse dans le ciel et trouver l'étoile Polaire ?*
3. *Expliquer le mouvement apparent des étoiles pendant la nuit ?*
4. *Expliquer pourquoi l'aspect du ciel change au cours de l'année ?*

8 JE MESURE LES DURÉES

1 JE CHRONOMÈTRE UNE COURSE

J'effectue les opérations suivantes, **dans l'ordre.**
— Je déclenche le chronomètre à l'**instant précis** où le coureur prend le départ : **début** de l'action;
— j'arrête le chronomètre au **moment précis** où il franchit la ligne d'arrivée : **fin** de l'action;
— je lis le **temps** indiqué par le chronomètre : **durée** de l'action.
La durée est le temps qui s'écoule entre deux instants précis : le début et la fin de l'action.

Fig. 1 Arrivée d'un 100 mètres plat. Quand arrête-t-on le chronomètre ?

2 COMMENT FONCTIONNE UNE MONTRE

Une montre a souvent pour moteur un ressort. Par l'intermédiaire des engrenages, il entraîne les aiguilles. L'*échappement,* système du balancier et de l'ancre, assure la régularité du mouvement. (C'est lui qui fait « tic-tac ») (fig. 2).
Les montres ont parfois un moteur électrique qui reçoit son énergie d'une pile. Un quartz régularise leur mouvement.

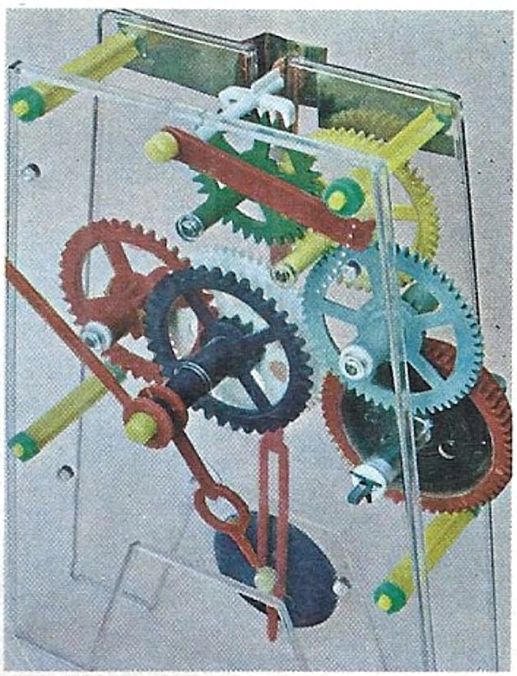


Fig. 2 Mécanisme d'une pendule. Reconnais les différents éléments.

3 LES UNITÉS DE TEMPS

L'unité de temps est la seconde (s). Un balancier de 1 m de longueur effectue un va-et-vient en deux secondes.
On emploie de façon courante :

la **minute (min)**	: 1 minute	= 60 secondes
l'**heure (h)**	: 1 heure	= 60 minutes
le **jour (j ou d)**	: 1 jour	= 24 heures
l'**année**	: 1 année	= 365 jours
	(ou 366 jours : année bissextile)	

4 LA MESURE DU TEMPS A TRAVERS LES AGES

Le sablier, la clepsydre, les horloges à bougie, à poids, ont été utilisés au cours des siècles pour mesurer le temps. Les hommes ont recherché, en effet, des faits naturels (écoulement de l'eau, du sable, mouvement du pendule, combustion de la cire) qui se reproduisent de la même façon si les conditions sont les mêmes. Ils ont ensuite choisi des conditions telles que la durée du fait retenu corresponde à une ou plusieurs unités usuelles.

Es-tu capable de...

1. *Définir, à l'aide d'exemples, des actions simultanées ?*
2. *Donner la valeur des unités de temps ?*
3. *Mesurer une durée à l'aide d'une montre ?*
4. *Comparer des durées sans montre ?*

9 LES VOLCANS ET LE VOLCANISME

Les volcans sont faits de *roches* qui proviennent des régions profondes de la Terre. Dans ces régions, la température est très élevée et entraîne la *fusion* des roches qui forment le *magma.*

Celui-ci, plus ou moins *visqueux,* à la température d'environ 1 000° à 1 200 °C, monte à la surface grâce à des fissures de l'écorce terrestre. Arrivé dans l'atmosphère, le magma, qui est un mélange de *laves,* d'*eau* et de *gaz* divers, provoque les *éruptions volcaniques;* celles-ci ont des effets très variés :

- sorties de laves en fusion,
- projections de *cendres,* de fragments de laves,
- émission de vapeur d'eau, de gaz carbonique, de gaz soufrés, de sels minéraux dissous dans l'eau chaude, d'acide chlorhydrique, etc.

La plus ou moins grande viscosité du magma influe beaucoup sur le déroulement de l'éruption volcanique. Par exemple, si le magma est très *visqueux,* la lave a de la difficulté à sortir du cratère et bouche la fissure. Les gaz s'accumulent sous la lave et, lorsque la pression est très grande, il y a *explosion* et *projection* de cendres et de blocs de lave. Quelquefois, des nuages de gaz très chauds, ou *nuées ardentes,* dévalent la pente à grande vitesse et détruisent tout sur leur passage. Au contraire, si la lave est *fluide,* elle coule plus ou moins rapidement à l'extérieur du cratère.
Le volcanisme est un phénomène *intermittent* comprenant une alternance de phases actives et de phases de repos souvent très longues, le volcan étant alors dit *éteint.* Le Vésuve, par exemple, en Italie, dont la nature volcanique était inconnue dans l'Antiquité, se réveilla brusquement en 79 de notre ère et provoqua la destruction de Pompéi et d'Herculanum.

La plus grande partie du volcanisme est d'origine sous-marine. Le rôle du volcanisme à la surface de la Terre et dans les océans a été et reste considérable :

- il donne naissance aux trois quarts des roches de l'écorce terrestre; la plus courante des roches volcaniques est de couleur gris foncé ou noir, c'est le *basalte;*

- il surajoute de nouveaux reliefs aux reliefs préexistants;

- il agit sur la composition de l'atmosphère et des eaux océaniques.

Un village mexicain enfoui sous la lave du Paricutin (visible derrière le clocher).

Par ailleurs, les roches volcaniques sont très *fertiles,* ce qui explique que l'homme a toujours habité près des volcans malgré les grands dangers qu'ils représentent. L'énergie libérée par les volcans est considérable. L'homme a déjà commencé à récupérer l'énergie thermique des profondeurs de la terre, pour faire de l'électricité, chauffer des serres, etc.

Des geysers dans les Montagnes Rocheuses aux U.S.A.

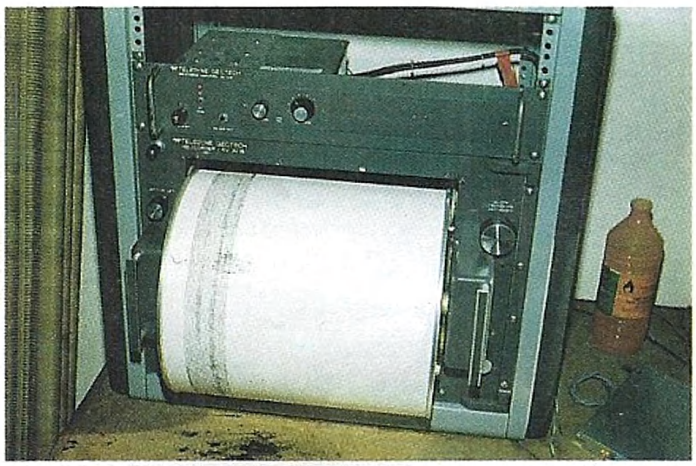
Es-tu capable de...

1. *Reconnaître si un volcan est actif ou éteint ?*
2. *Repérer sur la carte n° 2, p. 23 les volcans actifs que tu connais et ceux qui sont photographiés ou décrits dans ce chapitre ?*

10 LES TREMBLEMENTS DE TERRE

Les tremblements de terre (ou *séismes*) sont le résultat de mouvements brusques et d'origine profonde de l'écorce terrestre. Ces mouvements brusques viennent ébranler la surface de la Terre et causent des dégâts parfois considérables aux installations humaines.

Le point de départ de ces secousses (ou *foyer*) se situe le plus souvent entre 8 et 30 km de profondeur. Les tremblements de terre les plus destructeurs sont ceux dont le foyer est le plus proche de la surface du sol. Les secousses se propagent dans toutes les directions de l'espace :
- *trépidations verticales,* dont l'effet est comparable à celui d'un coup de poing donné sous une table; elles projettent les objets en l'air;
- *secousses horizontales,* dont l'effet est comparable à celui d'un coup de poing donné sur le côté d'une table; elles font s'écrouler les édifices construits par l'homme;
- *ondulations,* qui agitent le sol comme les vagues agitent la surface de la mer; elles tordent les rails, par exemple.



Un sismographe auscultant la terre en Provence.

Les différentes secousses sont enregistrées par des *sismographes* qui sont répartis en de nombreux points de la surface du globe. Ainsi il est possible d'établir une carte des régions où la terre tremble. On constate que ces régions sont à peu près les mêmes que celles qui sont touchées par le volcanisme.

Par ailleurs, les éruptions volcaniques sont souvent accompagnées de tremblements de terre. Les géologues ont découvert aujourd'hui que dans ces régions qui tremblent, l'écorce terrestre est *fracturée.* Ces fractures sont souvent au bord de *grands morceaux* d'écorce terrestre qui glissent très lentement les uns contre les autres, ou les uns sous les autres. Les fractures permettent au magma chaud et visqueux de monter à la surface du globe et de donner naissance aux volcans, et les mouvements lents provoquent à la longue les tremblements de terre.

La planète Terre est donc une planète très *active* puisque son écorce bouge constamment (100 000 séismes décelables par an) et que, grâce au volcanisme, sans cesse remontent à sa surface de nouvelles roches, les roches volcaniques.
Ces phénomènes mettent en jeu d'énormes quantités d'énergie thermique (l'intérieur de la Terre est encore très chaud), et mécanique dont les effets sont souvent destructeurs pour les sociétés humaines. Des techniques de construction antisismiques peuvent limiter aujourd'hui ces effets destructeurs. On a pu récemment le vérifier à Mexico (voir photographie n° 2, p. 22).

Après un tremblement de terre en Indonésie.

Es-tu capable de...

1. *Repérer parmi les régions habitées par l'homme, celles qui sont les plus menacées par les tremblements de terre.*
2. *Repérer sur la carte n° 1 quelques grands morceaux d'écorce terrestre limités par des zones de fractures.*

11 LES MOUVEMENTS

Un mouvement met en jeu de nombreux organes : système nerveux, *muscles, squelette, articulations,* vaisseaux sanguins.

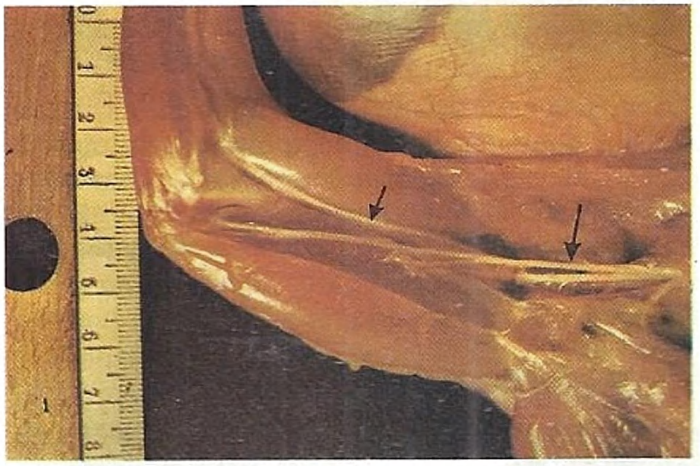
Chez l'homme, l'étude de la marche et de la course a permis de découvrir que :
- tous les muscles ne jouent pas le même rôle; certains entraînent la *flexion* d'un membre, d'autres son *extension;*
- le corps tout entier prend des positions différentes, ce qui met en jeu de nombreux muscles;
- le *rythme* des mouvements peut être modifié, ainsi que leur *puissance* ou leur *ampleur.*

En ce qui concerne la manière de se déplacer (locomotion), l'homme est capable d'adopter d'autres modes de déplacement quand il en a besoin *(course, nage, saut).* Cependant, il est surtout adapté à la marche *bipède.*

Agir sur ses muscles pour exécuter un mouvement est un acte **moteur** puisqu'il entraîne toujours le déplacement d'une partie du corps.

L'ordre d'agir vient généralement du cerveau par l'intermédiaire des *nerfs;* dans ce cas, c'est un acte moteur *volontaire* (qui dépend de la volonté). L'ordre arrive sous forme de message nerveux dans les muscles qui réagissent en se contractant, c'est-à-dire en se raccourcissant.

En se raccourcissant, les muscles tirent sur les os mobiles auxquels ils sont fixés et les déplacent. Il est important de savoir que la voix aussi est commandée par des muscles qui font vibrer des organes spéciaux, les *cordes vocales.*



Le nerf apporte au muscle les ordres des centres nerveux sous forme d'influx de nature électrique.

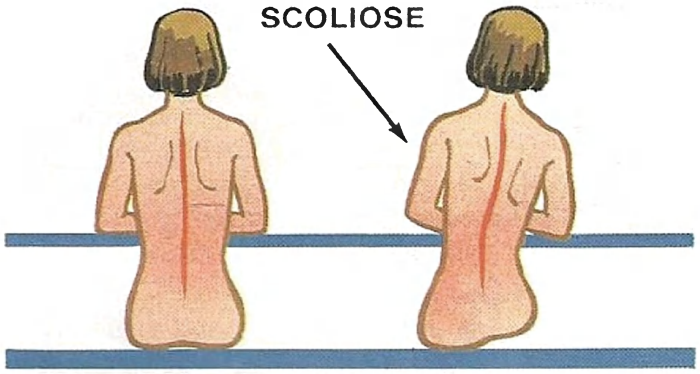
HYGIÈNE DU SQUELETTE ET DU SYSTÈME MUSCULAIRE

Des muscles qui servent peu se développent peu. Ils diminuent de volume à la suite d'une longue immobilisation. Les muscles ont besoin de *fonctionner constamment.* Plus un muscle fonctionne, plus il est fort. Les muscles forts protègent le squelette et limitent les risques d'accident.

C'est l'ensemble os-articulations-muscles qui permet l'exécution des mouvements : une *fracture,* une *entorse* immobilisent un membre.

Les *os,* parce qu'ils sont vivants, sont capables de se réparer après immobilisation en produisant une nouvelle substance osseuse au niveau de la fracture (c'est le *cal*).

Le développement correct du squelette exige un apport suffisant de matériaux nécessaires à la fabrication de l'os. Le *calcium* et le *phosphore* jouent un rôle fondamental, surtout chez l'enfant, de même que la vitamine D, qui est nécessaire, en très faible quantité, à la fixation du calcium. Le manque (carence) de cette vitamine engendre des troubles de la croissance : le *rachitisme.* Le contact direct du soleil sur la peau aide le corps à fabriquer cette vitamine.



Une vie *sédentaire,* ou de mauvaises attitudes prolongées peuvent provoquer des *déformations* du squelette. On corrige celles-ci par des exercices physiques appropriés et par la vie en plein air.

Es-tu capable de...

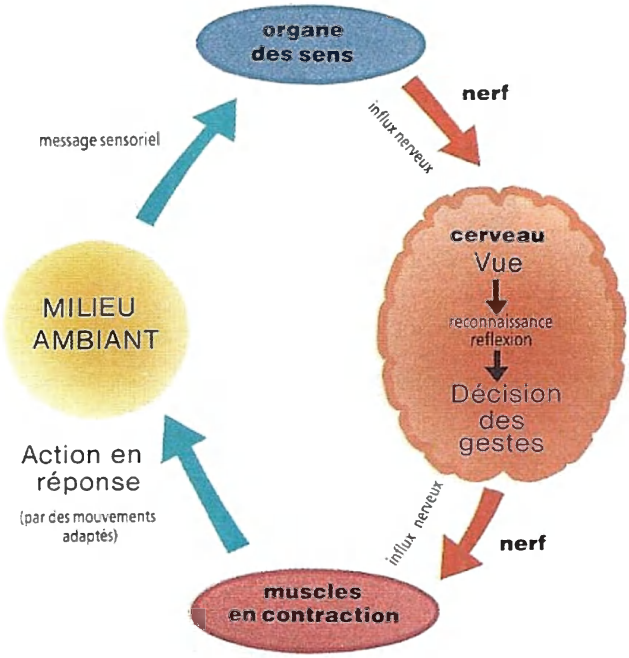
1. *Proposer des aliments utiles pour un bon développement du squelette ?*
2. *Dire pourquoi il faut immobiliser un membre en cas de fracture ?*
3. *Expliquer pourquoi il est bon, pour les muscles, de faire du sport ?*

12 PERCEVOIR SON MILIEU ET AGIR

Nos *organes des sens* nous renseignent sur le monde extérieur. Recherchons la diversité des informations recueillies par l'œil, l'oreille, le nez, la bouche, la peau.

Chacun de ces organes sensoriels est un *récepteur.* Il capte une information : une image colorée, un son, etc. Celle-ci est transmise au cerveau par un *nerf :* c'est seulement à ce moment que le message est compris, que l'on reconnaît ce que l'on voit, entend, sent, goûte ou touche.

Toute information peut provoquer une action en réponse; l'action est toujours une contraction musculaire. Ce qui se passe entre la perception d'un objet et le mouvement qu'elle déclenche est représenté ci-dessous :



En ce qui concerne l'homme, la manière d'agir est réfléchie parce que son cerveau est plus développé et qu'il a inventé le *langage* parlé et écrit. Ce langage peut être *exprimé par la voix* pour communiquer avec une autre personne; il peut être aussi *exprimé intérieurement,* uniquement pour soi.

C'est grâce à ce langage que l'homme peut réfléchir sur ce qu'il va faire et décider ensuite d'une action déterminée *(action volontaire réfléchie).* Naturellement, cette action tiendra compte aussi des nombreuses informations recueillies dans le milieu de vie.

LA SENSIBILITÉ DES ORGANES DES SENS

La *sensibilité* d'un organe des sens est différente d'un individu à l'autre. Des tests *d'acuité* en mesurent les limites. Une acuité insuffisante constitue un handicap qui peut frapper l'un ou l'autre de nos sens. Ce handicap est lourd quand il concerne l'œil ou l'oreille.

Lorsqu'un sens est déficient, les autres s'affinent. L'aveugle, par exemple, possède un toucher beaucoup plus subtil qui lui permet de lire avec ses doigts l'écriture en relief (alphabet Braille).

Nos organes des sens peuvent nous tromper *(illusions d'optique).* Ils n'acquièrent que progressivement leur efficacité après la naissance. Chez le nouveau-né, le système nerveux n'est pas achevé, il se construit petit à petit, sous l'influence des nombreuses excitations du milieu extérieur : de jeunes chatons, dont on bande les yeux dès la naissance et pendant un mois, deviennent aveugles à tout jamais.

Réfléchis aux diverses activités *stimulantes* qui permettent cette éducation de nos sens. L'école joue très tôt, dans ce domaine, un rôle important.

Attention à l'ouïe : une utilisation prolongée du casque d'écoute fatigue les organes de l'audition.

LE RÔLE DU CERVEAU

Le cerveau est l'organe le plus important, car c'est lui qui nous permet de comprendre les informations qui parviennent à nos organes sensoriels. C'est lui aussi qui assure la commande de nos muscles et l'exécution précise de nos gestes.

Es-tu capable de...

1. *Décrire les sensations que tu perçois au niveau de la peau ?*
2. *Décrire les qualités d'un son ?*

13 LE SPORT ET LE TRAVAIL

Lorsque tu demandes un effort à ton corps, celui-ci est capable de le fournir. Ton cœur accélère son rythme, tu respires plus vite, tu transpires, ton organisme s'adapte à l'effort.

L'entraînement progressif améliore les performances de nombreux organes (muscles, cœur, poumons). Des efforts trop brusques (manque d'échauffement) ou trop importants (surmenage) sont néfastes.

Dans le travail manuel, le corps fournit parfois un effort comparable à celui qu'il fournit en faisant du sport.

C'est le cerveau qui commande aux muscles l'exécution des *gestes* nécessaires au sport et au travail. Les gestes sont des mouvements visant à exprimer un sentiment ou à exécuter une activité ou une tâche dans le sport ou dans le travail. Généralement, les gestes mettent en jeu la tête, les bras et les mains.

Quand on commence une tâche, les gestes sont plus ou moins bien exécutés. Puis, grâce à l'apprentissage (en sport, on parle plutôt d'*entraînement*), l'homme perfectionne ses gestes.

L'écriture d'un enfant de neuf ans est plus assurée et précise que celle d'un enfant de six ans.

Les gestes peuvent être :
- *puissants* (lancer de poids, travail de maçonnerie),
- *fins et précis* (couture, montage électronique, horlogerie),
- *esthétiques* (danse, patinage artistique),
- *rapides* (jeu de ping-pong),
- *expressifs* (mimiques du visage, gestes des mains en parlant),
- *acrobatiques,* etc.

Quand un geste ne peut être exécuté que par une seule main à la fois, c'est soit avec la main droite (on est alors **droitier**), soit avec la main gauche (on est **gaucher**); la préférence semble acquise dès la naissance par les individus. Mais dans tous les cas, il vaut mieux apprendre à se servir des deux mains.

Dans certaines tâches (jouer du piano par exemple), il faut faire des gestes précis avec les quatre membres et bien les *coordonner* pour exécuter correctement la tâche.

Une phase de jeu collectif.

Pour améliorer l'efficacité des gestes, il faut réfléchir avant au geste que l'on va exécuter en se rappelant ce qu'il faut faire pour le réussir. Si l'on fait les gestes sans y réfléchir, on les exécute souvent avec *maladresse* et il arrive qu'on se blesse avec un outil ou avec une machine (vélo, perceuse électrique, etc.). Les accidents à la maison ou au travail sont nombreux et font, en France, plusieurs milliers de morts par an et de très nombreux blessés.

Quand les gestes ont été bien appris, il est possible alors de moins réfléchir à leur exécution; c'est qu'ils sont devenus un peu *automatiques.*

LE SPORT ET LA SANTÉ

La pratique du sport entraîne une augmentation du volume et de la puissance du cœur : la quantité de sang expulsée est plus grande. Ainsi, pour un même effort, le rythme cardiaque s'élèvera moins vite et le cœur se fatiguera moins.

La pratique du sport individuel développe aussi le goût de l'effort et le sport collectif, l'esprit d'équipe.

Aujourd'hui, les hommes mènent une vie trop *sédentaire,* ils ne font plus assez de marche à pied, de bicyclette, à cause de la voiture.

Aussi la pratique de l'éducation physique et sportive est-elle devenue *nécessaire à la santé* des hommes. En outre, elle favorise le développement harmonieux et équilibré des enfants.

Es-tu capable de...

1. *Expliquer pourquoi, au cours d'un effort, ton rythme cardiaque augmente ?*
2. *Préciser pourquoi il est important de réfléchir aux gestes que l'on va exécuter.*
3. *Expliquer pourquoi le sport est bon pour la santé ?*

14 LE SANG ET LA CIRCULATION SANGUINE

LE CŒUR

Le **sang** circule à sens unique entre l'*oreillette* et le *ventricule* par le jeu de *valvules,* sortes de clapets.

Le **cœur,** une puissante pompe, fonctionne 70 fois environ par minute au repos. Il fait circuler le sang dans le corps. Le *battement* comprend un temps de contraction et de travail, marqué par un bruit sourd, et un temps de repos, silencieux. Un cœur qui a battu pendant 80 ans a fourni un travail tel qu'il permettrait de hisser une locomotive et quinze wagons au sommet du mont Blanc.

La **transfusion sanguine** exige que les sangs soient *compatibles.* En France, chaque année, on utilise 1 600 000 litres de sang. A 18 ans, tu pourras donner le tien.

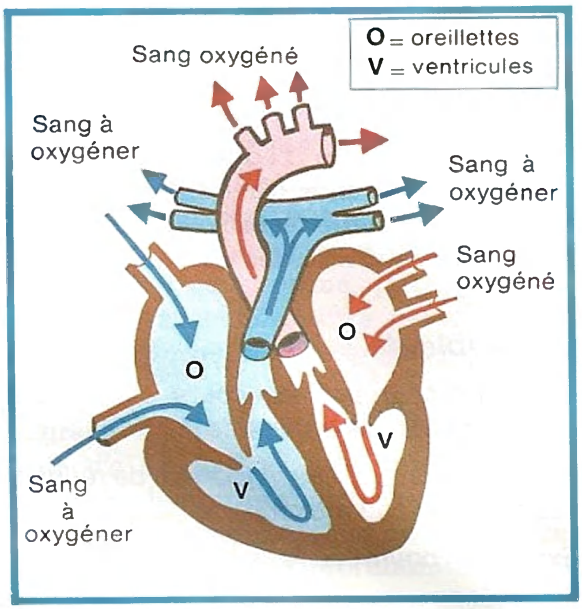
Écoute, toi aussi, les battements du cœur d'un de tes camarades.

LES VAISSEAUX SANGUINS

D'après le sens de circulation du sang par rapport au cœur, on distingue deux types de vaisseaux :

- les *artères* qui transportent le sang du cœur vers les organes;
- les *veines* qui ramènent le sang au cœur.

La jonction entre les deux types de vaisseaux se fait au niveau de tous les organes, par les *capillaires,* des vaisseaux fins comme des cheveux. Si on les mettait bout à bout, leur longueur atteindrait 150 000 kilomètres environ, soit près de quatre fois le tour de la Terre.



LE SANG

Le corps humain contient 5 à 6 litres de sang.

Celui-ci est constitué par :

- les *globules rouges* (7 millièmes de millimètre de diamètre), très nombreux : 5 millions par millimètre cube, qui donnent au sang sa couleur et transportent l'oxygène dans tout l'organisme;
- les *globules blancs,* moins nombreux : 7 000 par millimètre cube, qui capturent et digèrent les microbes;
- le *liquide* ou *plasma sanguin* qui traverse facilement la paroi des capillaires; il baigne tous les organes, qui y puisent leur nourriture et y rejettent leurs déchets.

La *coagulation :* une propriété particulière du sang. Hors des vaisseaux, le sang forme un caillot qui arrête tout saignement (hémorragie) .

La *tranfusion sanguine* exige que les sangs soient compatibles. En France, chaque année, on utilise 1 600 000 litres de sang. A 18 ans, tu pourras donner le tien.

Es-tu capable de...

1. *Calculer, en t'aidant du chapitre 13, la quantité de sang expulsée par le cœur en un an ?*
2. *Trouver lequel des groupes sanguins peut recevoir du sang de tous les autres groupes ?*

15 LA RESPIRATION

LA FONCTION RESPIRATOIRE

La respiration débute avec la circulation de l'air dans les poumons. Cette circulation se fait en deux temps :
- l'**inspiration,** rapide, avec pénétration d'air frais;
- l'**expiration,** plus longue, avec rejet d'air usé.

La trachée se divise en deux bronches, qui se ramifient beaucoup.
Les dernières ramifications se terminent par des renflements microscopiques à paroi fine, appelés *alvéoles pulmonaires.* La réunion de toutes ces alvéoles constitue le poumon; leur surface totale représente environ 200 mètres carrés chez l'adulte.

Au niveau des alvéoles, le sang, grâce aux nombreux capillaires, est étalé sur cette grande surface (1 litre de sang pour les 200 mètres carrés de la surface pulmonaire).

C'est là que l'*oxygène,* le *gaz carbonique* et la *vapeur d'eau* passent rapidement à travers les parois des alvéoles et des capillaires.
Le sang change de couleur dans les capillaires au contact de l'air : il arrive rouge foncé et repart rouge vif. De ce fait, les artères ne véhiculent pas toutes la même catégorie de sang. L'aorte et ses ramifications conduisent aux organes du sang rouge vif (oxygéné) : c'est la **grande circulation.** L'artère pulmonaire conduit aux poumons du sang plus sombre, appauvri en oxygène, mais enrichi en gaz carbonique : c'est la **petite circulation.**

L'AIR ET LA POLLUTION

- Les maladies de l'appareil respiratoire sont plus fréquentes en ville qu'à la campagne.
- Dans certaines professions (mineur, tailleur de pierres), les poussières se déposent dans les alvéoles et sont la cause de graves maladies.

Il est donc très important de lutter contre la pollution dans les villes et les lieux de travail.

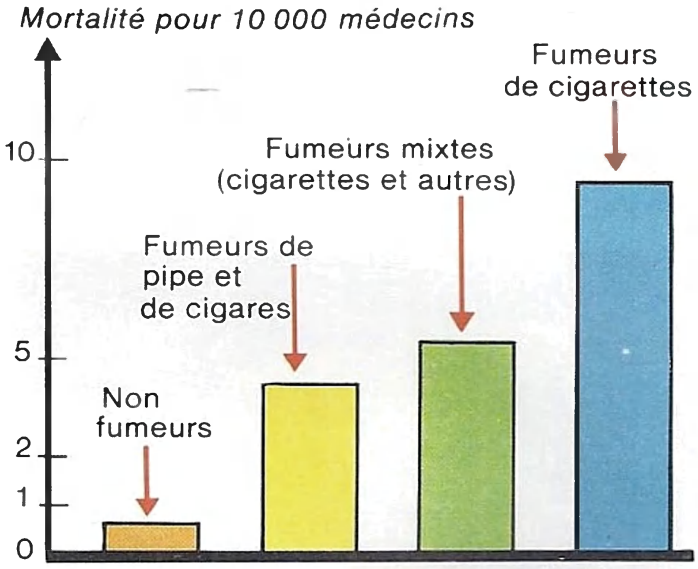
La fumée qui tue.

L'AIR, LE TABAGISME ET LA MALADIE

Le fumeur aspire à travers la cigarette qui brûle un mélange d'air et de gaz très *toxiques.* S'il inspire (ou inhale) la fumée, ces *poisons* vont se loger dans les poumons.

Au bout de *100 000* cigarettes, le *risque de tomber malade* est grand. Les maladies les plus fréquentes sont : l'essoufflement, la bronchite, les cancers de la bouche et du poumon, les maladies du cœur et des vaisseaux sanguins.

On a calculé qu'un individu qui fume *10 à 20* cigarettes par jour vivra en moyenne *8 ans de moins* que celui qui n'est pas fumeur.



Mortalité par cancer du poumon chez des médecins britanniques fumeurs et non fumeurs en un an.

Es-tu capable de...

1. *Expliquer en quoi l'organisation des poumons favorise l'échange des gaz entre le sang et l'air ?*
2. *D'après le diagramme sur les médecins fumeurs, dire si la fumée de tabac agit sur le cancer des poumons.*

16 LA NOURRITURE

Tous les animaux et l'homme doivent se nourrir pour subsister.

Les aliments, solides ou liquides, diffèrent par l'aspect, le goût, l'odeur, et par leur origine. Tous proviennent d'êtres vivants et peuvent contenir une ou plusieurs des six catégories d'*aliments simples*.

En général, les aliments courants (pain, viande, fruits, etc.) sont des mélanges d'aliments simples.

Les aliments simples ont des rôles différents :

- les *protides*, contenus surtout dans les viandes, sont les matériaux de construction;

- les *lipides* (graisses) et *glucides* (sucres) fournissent l'énergie nécessaire aux mouvements, à la production de chaleur, au fonctionnement des organes;

- les *substances minérales* et les *vitamines* sont également indispensables à la vie, mais en petite quantité. Elles servent au bon fonctionnement et à l'édification de l'organisme.

- l'*eau* : c'est, en poids, le constituant le plus important de la matière vivante. On la trouve dans tous les organes, en proportions variables (sang : 90 %; muscle 70 %; os 25 %; fruits frais : 90 %).

Il faut boire de l'eau pure et propre, en plus de celle que les aliments contiennent.

Dans nos aliments habituels, les aliments simples ne sont pas tous identiques. Aussi l'alimentation doit-elle être variée.

Mangeons-nous assez de fruits et de légumes ?

Après un repas déséquilibré, il est nécessaire de compenser au repas suivant. Si l'une des catégories est en quantité insuffisante, l'organisme va souffrir d'une *maladie de carence* (manque).

Pour bien se nourrir, il convient de :

- manger une nourriture variée;
- ne pas consommer trop de graisses et viandes (de la viande une fois par jour au maximum);
- rechercher les légumes verts, les fruits crus, le pain complet;
- s'abstenir de l'alcool sous toutes ses formes;
- se méfier des gâteaux, bonbons, boissons sucrées et gazeuses, confitures;
- ne pas réduire le petit déjeuner qui doit constituer un petit repas équilibré (fruit cru, céréales, yaourt par exemple);
- ne pas dépasser 3 à 4 plats différents par repas;
- boire de 0,5 à 1 litre d'eau par jour (pour l'enfant);
- soigner le décor et l'atmosphère du repas;
- prendre son temps et bien mastiquer;
- manger à heures régulières.

LA FABRICATION DES ALIMENTS

L'homme transforme sa nourriture brute, animale ou végétale, pour lui donner une apparence et un goût plus agréables et plus variés : cuisine, pâtisserie... Il fait des réserves pour la mauvaise saison : ce sont les conserves. Par l'élevage et l'agriculture, il se constitue des sources de nourriture qu'il ne trouverait pas naturellement.

Ces pratiques existent sans doute depuis la découverte du feu et les débuts de l'agriculture. A l'époque industrielle, et avec l'accroissement de la population, elles ont pris une énorme ampleur et ne sont pas sans conséquence sur notre santé.

Par exemple, les besoins en viande, dans le monde, sont de plus en plus grands. Pour augmenter la production de viande, les éleveurs accélèrent parfois la croissance des animaux en injectant dans leur corps des produits chimiques dangereux (hormones). La viande est moins bonne et moins saine.

Es-tu capable de...

1. *Proposer un menu équilibré ?*
2. *Choisir tes aliments en cas d'effort ?*
3. *Rectifier ton alimentation après des fêtes ?*
4. *Justifier l'importance d'une alimentation variée ?*

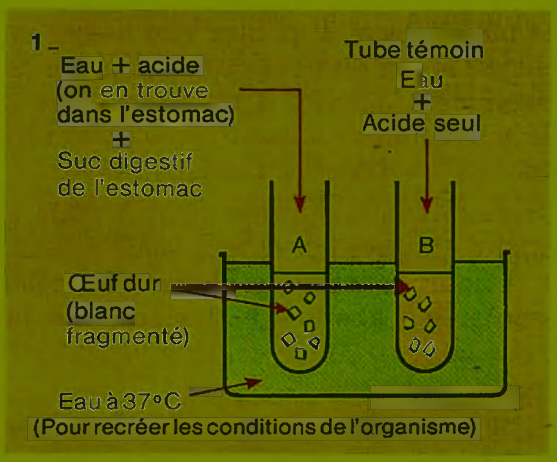
17 LA DIGESTION

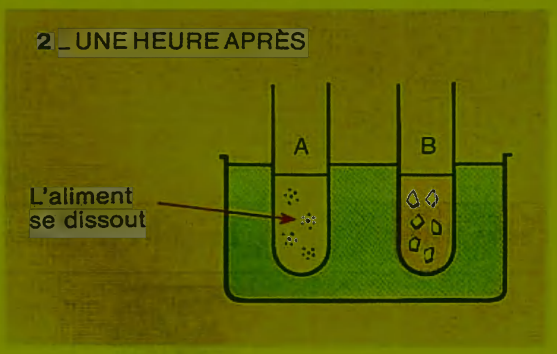
Avant d'être avalés, les aliments sont broyés dans la bouche par les *dents* en fines particules. Ils sont également enrobés de *salive,* ce qui facilite la *déglutition.*

Mais la salive a aussi une autre action. Si l'on mastique longtemps un morceau de pain, il devient sucré. L'amidon du pain a été *transformé* en sucre sous l'action de la salive; c'est une *transformation chimique* qui marque le début de la digestion.

Cette transformation sera d'autant plus rapide que les aliments auront été finement broyés par les dents (et non par un mixer) , et bien imprégnés de salive. *Il faut donc bien mastiquer.*

Ensuite, les aliments mélangés à la salive vont subir l'action des sucs digestifs de différents organes : *suc digestif* de l'estomac, *bile* du foie, sucs digestifs du pancréas, de l'intestin.
L'expérience suivante montre comment les aliments sont transformés dans l'estomac.



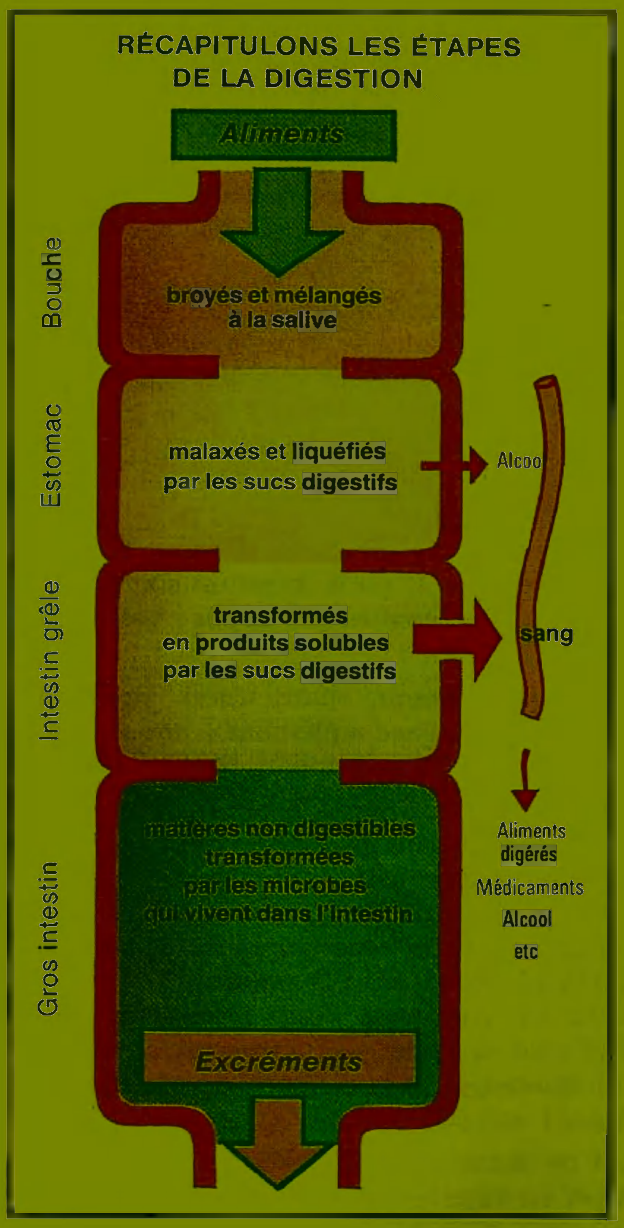


Le blanc d'œuf cuit est devenu soluble. Seuls, les aliments rendus solubles peuvent passer dans le sang en traversant la paroi de l'intestin grêle.

Ensuite, grâce à la circulation du sang, les aliments solubles vont être transportés dans tout l'organisme et fourniront les matériaux de construction et l'énergie nécessaires à la vie.

L'alcool est un mauvais aliment, car il fait du mal au tube digestif et au système nerveux. Il commence à passer dans le sang à travers la paroi de l'estomac et y reste longtemps (alcoolémie).

Les aliments incomplètement digérés, mélangés à de très nombreux microbes, sont évacués sous forme d'*excréments.*



Es-tu capable de...

1. *Dire pourquoi l'absorption de l'alcool agit rapidement sur l'organisme ?*
2. *Indiquer pourquoi il est important de bien mastiquer les aliments ?*

18 LA REPRODUCTION DES ANIMAUX

Fœtus de souris dans l'utérus.

La reproduction assure la survie des êtres vivants : les parents de sexe différent, le *mâle* et la *femelle,* donnent naissance à des enfants qui leur *ressemblent.*

Mâles et femelles se distinguent souvent par des caractères extérieurs : couleurs du plumage chez les oiseaux, cornes chez les mammifères, etc. Des organes reproducteurs particuliers donnent naissance à des *cellules reproductrices :* les *spermatozoïdes* dans les *testicules* du mâle, les *ovules* dans les *ovaires* de la femelle.

Pour réaliser la *fécondation* qui consiste en la *fusion* d'un ovule et d'un spermatozoïde, les cellules reproductrices doivent se rencontrer. Cette rencontre peut se faire à l'extérieur du corps de la femelle, dans l'eau : c'est le cas des poissons, des grenouilles. Cette rencontre peut aussi se faire dans le corps de la femelle : dans ce cas, il faut qu'il y ait *accouplement.* Au cours de l'accouplement, le mâle introduit son pénis dans le vagin de la femelle et y dépose ses spermatozoïdes.

Des comportements particuliers précèdent et accompagnent l'accouplement : danse nuptiale, chant de séduction, cadeaux de nourriture, etc.

De la fusion d'un spermatozoïde et d'un ovule naît un *œuf.* L'œuf peut évoluer de deux façons :
- chez les **ovipares,** il est pondu et se développe à l'extérieur du corps de la mère. Il contient tous les éléments nutritifs nécessaires au développement du nouvel être vivant : l'*embryon*;
- chez les **vivipares,** l'œuf s'implante dans un organe de la femelle, l'*utérus,* et s'y développe pour donner le *fœtus,* nourri par le corps de la mère.

Tout de suite après la fécondation, l'œuf va se couper en deux (se diviser) et donner naissance à deux cellules identiques. Puis ces 2 cellules vont se diviser à leur tour pour donner naissance à 4 cellules et ainsi de suite : à chaque nouvelle division, le nombre des cellules double. Quand un très grande nombre de cellules s'est formé, celles-ci se transforment en embryon.
Chez beaucoup d'animaux, l'embryon donne une *larve* dont la forme et le mode de vie sont parfois très différents de ceux de l'adulte. Cette larve subit des *métamorphoses* pour devenir *adulte.*

Chez d'autres animaux (oiseaux, mammifères, par exemple), l'embryon devient un petit qui ressemble beaucoup à ses parents, mais qui peut être plus ou moins achevé à la naissance.

S'il est bien achevé, il pourra vite mener une vie active; c'est le cas du poulain, du poussin. S'il est insuffisamment achevé, il ne pourra pas mener une vie active tout de suite; c'est le cas du chaton, du raton, de l'oisillon du coucou.

Peu d'animaux donnent des soins à leurs petits. Cependant, les oiseaux et les mammifères protègent et nourrissent leurs petits qui ne peuvent vivre seuls; les abeilles et les fourmis le font aussi.

Dans le cas où les petits sont élevés par les parents, la durée des soins varie beaucoup d'un animal à l'autre.

Voici pour quelques mammifères la durée de gestation, la durée des soins maternels et de la longévité de l'adulte.

Animal	Durée de la gestation	Durée des soins maternels	Longévité de l'adulte
Mulot	4 semaines	5 semaines	Quelques années
Kangourou	6 semaines	4 mois	20-24 ans
Lynx	2 mois	8 mois	12-14 ans
Phoque	11 mois	3 semaines	12-15 ans
Chimpanzé	8 mois	2 ans	15-20 ans
Éléphant	20-21 mois	2 ans	50-55 ans

19 LA SEXUALITÉ ET LA REPRODUCTION HUMAINES

Dans le chapitre précédent, nous avons découvert que la reproduction se faisait grâce à des individus sexués, c'est-à-dire mâles et femelles.

Dans l'espèce humaine, il y a aussi des individus mâles, ce sont les hommes, et des individus femelles, ce sont les femmes. Le sexe est déjà fixé dès la formation de l'œuf : il est visible chez le fœtus âgé de trois mois. À la naissance, les organes sexuels internes et externes, sont déjà bien formés.

LES ORGANES SEXUELS FÉMININS

La *vulve,* organe externe, est l'ouverture d'un organe plus profond dans le ventre : le *vagin,* en forme de cylindre creux, qui communique avec une poche encore plus profonde : l'*utérus.* L'utérus est relié à deux organes : les *ovaires,* par deux tubes : *les trompes.*

Les organes urinaires sont séparés des organes sexuels internes. En avant de la vulve, se trouvent l'orifice urinaire ainsi qu'un petit organe : le clitoris.

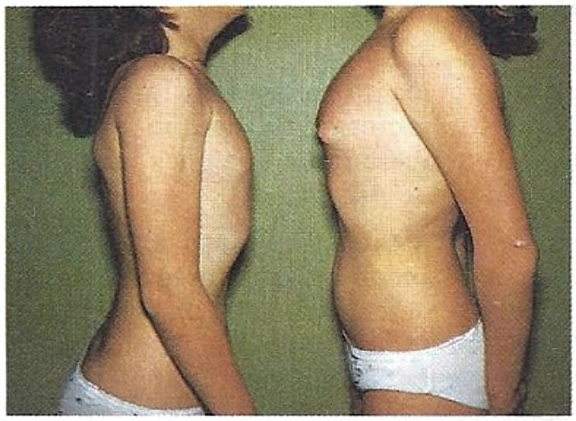
LES ORGANES MASCULINS

Les principaux organes sexuels sont visibles de l'extérieur : la *verge,* d'une part, qui est traversée par l'*urètre,* par où sort l'urine. Elle est aussi reliée par les *canaux déférents* à deux organes en forme de boules : les *testicules.* Les spermatozoïdes fabriqués par les testicules sortent par l'urètre, comme l'urine.

Ces différents organes ne permettent pas au jeune enfant de se reproduire, et ne changent pas beaucoup jusqu'à la période de développement appelée **puberté :** celle-ci va de l'âge de 10 à 15 ans chez la fille, et de 12 à 17 ans chez le garçon. C'est alors que le corps et les organes sexuels de la fille et du garçon se transforment pour devenir aptes à la reproduction.

LA PUBERTÉ CHEZ LA FILLE

Le corps continue de grandir, mais change de forme :
- les seins se développent, les hanches s'arrondissent;
- des poils apparaissent autour de la vulve et sous les bras;
- les ovaires commencent à produire des ovules à tour de rôle, un ovule toutes les *4 semaines,* à peu près. L'ovule descend par la trompe jusqu'à l'utérus. À certaines périodes régulières (toutes les quatre semaines), l'utérus saigne : ce sont les *règles.*



9 ans 11 ans
Le développement des seins chez la fillette.

LA PUBERTÉ CHEZ LE GARÇON

- le corps continue de grandir et les muscles deviennent plus puissants;
- des poils apparaissent autour de la verge, sur le bas du visage (barbe, moustache), et souvent sur une grande partie du corps;
- la voix devient grave;
- les testicules produisent des spermatozoïdes.

LA REPRODUCTION

Lorsque leur développement est achevé, hommes et femmes peuvent former des *couples.* Lors de l'accouplement, les spermatozoïdes de l'homme sont éjectés. Ils pénètrent dans le vagin de la femme. Très mobiles, ils montent dans l'utérus, puis dans les trompes, où ils peuvent vivre deux jours environ.
S'ils rencontrent un ovule, l'un d'entre eux le fécondera. L'œuf formé se fixera dans l'utérus et deviendra le début d'un enfant, le *fœtus.* Pendant la grossesse, les règles sont arrêtées.

Grâce aux découvertes des biologistes, les hommes et les femmes peuvent aujourd'hui décider du nombre d'enfants qu'ils veulent avoir et de la période de leur naissance.

20 LA NAISSANCE DU BÉBÉ

Un enfant vient de naître, il a poussé son premier cri, respiré pour la première fois. On vient de couper le *cordon ombilical* qui le reliait à sa mère. La maman sourit, elle est fatiguée, mais si heureuse. Le papa a assisté à la naissance.

Ce nouveau-né ne peut vivre seul. Le médecin-accoucheur et les infirmières s'affairent autour de lui. Le petit morceau de cordon qui reste est ligaturé. Il tombera dans quelques jours, laissant une cicatrice : le *nombril.*

Le bébé est soigneusement essuyé, pesé, mesuré, habillé chaudement. Un jour après la naissance, il commence à téter. Le *lait maternel* est son meilleur aliment. Il apporte de la nourriture, mais aussi des substances qui luttent contre les microbes *(anticorps).* En effet, dans l'utérus, le fœtus était à l'abri. Il lui faut un certain temps avant de pouvoir se défendre tout seul. Quand la maman ne peut pas allaiter, ou quand le bébé devient trop grand, on lui donne du lait artificiel dans un biberon. Les soins portent également sur l'*hygiène,* l'habillement, les jeux, l'éducation. Tout ceci se fait grâce à l'amour des parents et du reste de la famille.

Au début de sa vie, le nouveau-né sait têter et serrer un objet avec sa main. A la fin du deuxième mois, il commence à suivre des yeux un objet qui bouge devant lui, à réagir au bruit, à sourire. Vers six mois, il reste assis et roule pour se mettre sur le ventre. Les premières dents apparaissent également vers six mois. Les *fontanelles,* articulations souples entre les os du crâne, se ferment aux environs de 18 mois. L'enfant apprend progressivement à marcher à « quatre pattes », à manger seul, à parler, etc. Le cerveau continue à se développer comme le reste du corps.

L'univers du bébé doit être joli, agréablement coloré, ensoleillé. Il faut promener l'enfant dans le calme et le laisser se reposer longtemps. S'occuper d'un bébé, jouer, lui parler, lui faire sentir qu'on l'aime sont indispensables au développement harmonieux de sa personnalité.

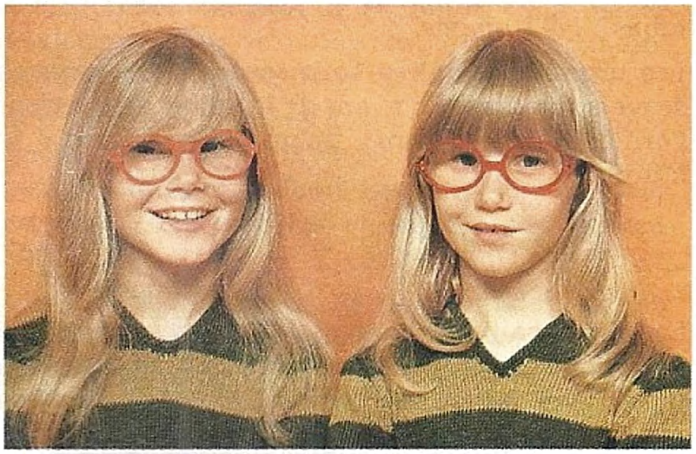
Les soins ont commencé bien avant la naissance. En effet, une *femme enceinte* (ou qui allaite) doit surveiller son alimentation. Celle-ci doit être plus riche en laitages et crudités. Le tabac, l'alcool, le café en trop grande quantité, ainsi que certains médicaments doivent être évités. La future maman prend de l'exercice pour bien respirer.

Tout cela à cause du petit œuf qui est venu s'implanter dans l'utérus de la maman. Cet embryon s'est entouré d'une poche remplie de plasma. Le sang du fœtus, par le cordon ombilical, va dans le *placenta,* organe fortement accroché à l'utérus. Là, il se charge en oxygène et en substances nutritives, rejette le gaz carbonique et les déchets. Quand l'enfant est *à terme,* au bout de neuf mois, l'utérus (muscle puissant) se contracte et l'expulse : c'est l'*accouchement.* Le placenta est ensuite rejeté.

UN SEUL ENFANT OU DES JUMEAUX ?

En général, un ovaire sur deux libère un ovule et la maman ne donne naissance, s'il y a fécondation, qu'à un seul enfant à la fois. Rarement les deux ovaires peuvent libérer en même temps chacun un ovule et la maman donne naissance à deux enfants de même sexe ou de sexe différent, qu'on appelle des *« faux » jumeaux,* et qui se ressemblent comme des frères et sœurs nés de grossesses différentes.

Enfin, quelquefois, un embryon unique peut se partager en deux embryons et donner naissance à deux enfants de même sexe qui se ressemblent beaucoup, qu'on appelle les *« vrais » jumeaux.* Ils sont donc nés tous deux de la fécondation d'un *seul ovule* par un spermatozoïde.



Vraies ou fausses jumelles ?

Es-tu capable de...

1. *Expliquer pourquoi un enfant qui vient de naître pousse son premier cri ?*
2. *Expliquer pourquoi l'on coupe le cordon ombilical ?*
3. *Expliquer en quoi les vrais jumeaux diffèrent des faux jumeaux ?*

21 A LA RECHERCHE DES MONDES VIVANTS DISPARUS

Il y a bien longtemps que l'homme a remarqué que certaines roches de l'écorce terrestre, les *roches sédimentaires* (calcaire, argile, sable et d'autres) contenaient des restes d'animaux inconnus aujourd'hui.

À l'époque moderne, les scientifiques ont montré qu'il s'agissait de restes d'êtres vivants, végétaux ou animaux qui nous ont précédés sur terre en des périodes très lointaines. Ces restes d'êtres vivants sont appelés *fossiles*. Ceux-ci sont dégagés avec le plus grand soin des terrains qui les emprisonnent et transportés dans les laboratoires où ils sont étudiés par les *paléontologues*.

UN EXEMPLE DU MONDE VIVANT DISPARU : LE MONDE DES DINOSAURES

Les dinosaures sont des reptiles qui sont apparus sur Terre il y a 200 millions d'années environ. Les savants en ont découvert plusieurs centaines, certains très petits, de la taille d'un oiseau, d'autres énormes pesant jusqu'à 80 tonnes.

En étudiant os et articulations, les savants peuvent reconstituer les mouvements du dinosaure et calculer sa taille. Les traces de pas permettent de savoir combien l'animal avait de doigts et si ses doigts étaient libres ou palmés. Grâce à ses dents, on peut connaître quel était son régime alimentaire. La découverte des œufs de dinosaures a démontré qu'ils étaient *ovipares*.

Ces animaux ont dominé par leur force et leur nombre le monde vivant pendant 140 millions d'années. Ils ont disparu, il y a environ 60 millions d'années, à la suite de l'évolution du climat, des végétaux, et d'un changement dans la répartition des continents.

Après leur disparition, les mammifères ont pu se multiplier et prendre leur place. Et parmi les mammifères, apparaîtront beaucoup plus tard les premiers ancêtres de l'homme.

LES HOMMES PRÉHISTORIQUES

En ce qui concerne les fossiles de l'homme, les *préhistoriens* font le même travail de fouilles, de reconstitution de squelette. Mais ils doivent en plus étudier les outils et les armes de pierre taillée, les dessins, les poteries faits par l'homme préhistorique.

Les hommes préhistoriques vivaient dans des grottes ou dans des campements de tentes ou de huttes sommaires pour se protéger de la rudesse du climat. Ils étaient surtout *chasseurs*, mais cueillaient aussi des végétaux.

Ne possédant aucun moyen naturel d'attaque, les hommes préhistoriques ont compensé leur infériorité physique par rapport aux autres animaux, en inventant des *outils*. Ces outils leur servaient à racler, couper, fendre, percer, broyer, etc. Ils pouvaient ainsi tuer et dépecer leurs proies.

Le crâne et le visage des hommes de Tautavel étaient différents de ceux des hommes actuels.

- le front était bas et fuyant vers l'arrière;
- la face était bombée et la mâchoire inférieure projetée vers l'avant;
- un épais bourrelet osseux surplombait les yeux.

Le volume de leur cerveau était de 1 050 centimètres cubes environ, alors que le nôtre a, en moyenne, un volume de 1 400 cm^3. Les hommes de Tautavel étaient donc d'une espèce différente de la nôtre, mais c'étaient déjà des hommes véritables (*Homo erectus* ou homme redressé). C'est lui, l'homme redressé qui a maîtrisé le feu.
Il a vécu de — 1 500 000 à — 100 000 ans et il s'est répandu en Afrique, en Europe et en Asie.

Utilisation possible d'un outil de l'homme redressé.

22 L'ÉVOLUTION DE L'HOMME ET L'HOMME MODERNE

En Tanzanie, sur le gisement du premier homme.

LES HOMMES FOSSILES

Les hommes ont changé avec le temps, ils ont *évolué.* Voici les principales transformations biologiques qui ont conduit à l'homme moderne :
- acquisition d'une locomotion parfaitement *bipède* et d'une stature *droite* avec le redressement de la tête selon l'axe du corps;
- l'augmentation de la taille du corps et du volume du cerveau;
- la disparition presque totale des bourrelets osseux situés au-dessus des yeux.

Les préhistoriens ont retrouvé notre premier ancêtre dans l'est du continent africain : c'est l'*homme habile,* appelé ainsi parce qu'il a, le premier, fabriqué des *outils.* Il est apparu il y a 2 500 000 ans environ et avait pour ancêtre, l'*australopithèque,* qui ressemblait aux grands singes actuels, mais qui avait aussi des caractères d'homme.

L'homme habile s'est transformé en *homme redressé* entre 2 et 1 millions d'années. L'homme redressé a vécu pendant près d'un million d'années et a donné naissance à l'*homme de Néanderthal* qui s'est transformé à son tour en *homme moderne.*

Il y a donc eu 4 stades importants dans l'évolution de l'homme. Ces stades ont suffisamment de ressemblances pour que les préhistoriens puissent les regrouper dans la famille humaine. Mais comme ils présentent aussi des différences importantes, les préhistoriens les ont séparés en 4 **espèces** différentes avec des noms scientifiques précis :
- *Homo habilis* (l'homme habile),
- *Homo erectus* (l'homme redressé),
- *Homo sapiens neandertalensis* (l'homme de Néanderthal),
- *Homo sapiens sapiens* (l'homme moderne).

Les causes principales de l'évolution de l'homme sont :
- l'étroite liaison des mains et du cerveau qui va permettre la fabrication d'outils, de poteries, d'abris, de vêtements, etc.,
- le perfectionnement de l'intelligence humaine,
- l'invention par l'homme du langage articulé,
- la vie sociale et culturelle.

L'HOMME MODERNE

Aujourd'hui, les hommes ne forment qu'une seule et même espèce, l'*homme moderne,* apparu il y a 35 000 ans environ; tous peuvent se marier ensemble et avoir des enfants, c'est le critère principal qui permet de dire que des êtres vivants font partie de la même espèce.

Mais notre espèce actuelle peut être répartie en trois groupes principaux d'hommes (ou grandes races) dans lesquels il existe aussi des races secondaires :
- le groupe à peau jaune (8 races secondaires);
- le groupe à peau blanche (10 races secondaires);
- le groupe à peau noire (7 races secondaires).

La couleur de la peau ne suffit pas à caractériser une race. Il existe d'autres différences : la largeur de la base du nez, l'aspect des cheveux, l'œil « bridé », etc.

Les différences dans les façons de vivre (civilisations) sont plus importantes que les différences au niveau du corps. Les enfants qui naissent d'un mariage mixte ressemblent à leurs deux parents, tout en étant différents d'eux; on les appelle *métis*. Certains peuples sont en voie de disparition comme les Indiens d'Amérique, les Aborigènes d'Australie, les Pygmées d'Afrique : ils sont peu à peu exterminés par des peuples dominateurs.

Es-tu capable de...

Expliquer comment l'homme a évolué de l'homme habile à l'homme moderne ?

23 L'HISTOIRE DE LA VIE

Nous savons maintenant (voir chap. 21 et 22) comment les scientifiques découvrent et étudient les fossiles, leur donnent des noms et les classent. Ils essaient ainsi de comprendre comment des êtres vivants se sont succédé, se sont transformés, depuis les premières formes de vivants jusqu'à celles que nous connaissons aujourd'hui.

LA VIE : PLUS DE TROIS MILLIARDS D'ANNÉES

La vie est apparue dans l'eau il y a plus de 3 milliards d'années; cette origine est 1 600 000 fois plus lointaine que le début de l'ère chrétienne. Les vivants étaient alors des êtres microscopiques ressemblant aux microbes ou à certaines algues actuelles. À partir de cette origine, les scientifiques ont divisé l'histoire de la Terre en cinq grandes périodes ou **ères.**

Le **précambrien,** première de ces périodes, est la moins connue et la plus longue : environ 2,4 milliards d'années. La vie apparaît.

L'**ère primaire** voit peu à peu apparaître les principaux types d'animaux que nous connaissons : éponges, coraux, vers, mollusques, crustacés, insectes, étoiles de mer, poissons, amphibiens, reptiles... Mais tous étaient bien différents de ceux que nous observons aujourd'hui. Sur cette longue période (environ 425 millions d'années), des animaux d'abord très répandus disparaissent : poissons cuirassés trilobites, crustacés, insectes géants, etc.

L'**ère secondaire** voit naître les reptiles dinosauriens : ils conquièrent tous les milieux, l'eau, la terre, et même l'air. Les mammifères, qui apparaissent au début de cette ère, sont dominés par les dinosaures, plus nombreux et plus puissants. Mais ceux-ci s'éteignent à la fin de l'ère secondaire, laissant la nature disponible à l'expansion des mammifères et des oiseaux (apparus au milieu du secondaire). Toute cette période dure près de 160 millions d'années.

L'**ère tertiaire** est donc surtout celle des mammifères et des oiseaux. Les premiers singes apparaissent vers le milieu de cette ère, qui va durer 63 millions d'années. Quant aux premiers ancêtres de l'homme, les autraslopithèques, mi-singes, mi-hommes, on en retrouve les traces vers la fin de l'ère, il y a 6 millions d'années.

L'**ère quaternaire** est l'ère dans laquelle nous vivons; elle a commencé il y a 2 millions d'années. Elle est marquée par l'apparition de l'Homme : le dernier venu dans le monde vivant a, en peu de temps, beaucoup modifié l'aspect de la nature (défrichements, cultures, villes, routes...).

L'ÉVOLUTION DES ESPÈCES

Ce sont les êtres les plus simples — algues pour les végétaux, invertébrés pour les animaux — qui apparaissent les premiers.

Les **êtres vivants** simples *se transforment (évoluent)* en êtres vivants plus compliqués, *plus perfectionnés.* Ainsi, dans le groupe des vertébrés, ce sont les poissons qui sont apparus les premiers; puis ils ont donné naissance aux amphibiens qui, à leur tour, ont donné naissance aux reptiles, et les reptiles aux oiseaux et aux mammifères.

Les **végétaux** ont évolué parallèlement aux animaux : les algues, qui sont les végétaux les plus simples, ont donné naissance aux mousses, les mousses aux fougères, les fougères aux conifères, les conifères aux plantes à fleurs.

LA LENTEUR DE L'ÉVOLUTION

Les scientifiques ont calculé que, dans l'histoire de la vie, il fallait que s'écoulent plusieurs millions d'années pour qu'apparaisse une espèce nouvelle. Inversement, à des périodes relativement précises, et pour des raisons encore mal connues, de nombreuses espèces ont disparu presque simultanément en quelques centaines de milliers d'années — une durée bien courte par rapport à celle de l'évolution.

Les êtres vivants sont donc fragiles, et aucune espèce n'est immortelle : il en disparaissait une tous les mille ans dans les conditions naturelles du passé de la Terre.

Mais aujourd'hui, dans la seconde moitié du XXe siècle, c'est chaque année que s'éteint définitivement une espèce, soit mille fois plus vite qu'avant l'intervention de l'homme. En bouleversant la nature, l'humanité accélère l'extinction de certaines espèces fragiles, animales ou végétales : leurs milieux de vie se trouvent pollués, ou même détruits, et leurs populations décimées.

Il est urgent que l'homme prenne conscience de la réelle solidarité biologique de tous les vivants sur la planète Terre : en perturbant les milieux de vie qui dépendent les uns des autres, *c'est l'espèce humaine elle-même qui met en cause sa survie.*

24 LA BICYCLETTE

1 OBSERVATIONS

— La roue avant d'une bicyclette permet au cycliste de se diriger et d'assurer l'équilibre. C'est la **roue directrice.** Le guidon et la fourche sont les autres organes de direction.
— La roue arrière est la **roue motrice.** Sa rotation fait avancer la bicyclette. Le mouvement lui est transmis par les pédales, le pédalier, la chaîne et le pignon. Ce sont les **organes de transmission.**

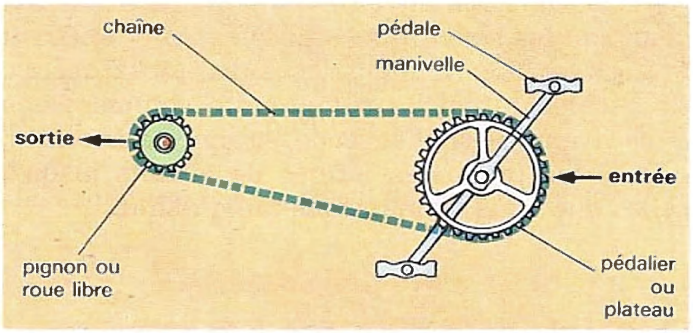


Fig. 1 Les organes de transmission d'une bicyclette.

2 LE DÉVELOPPEMENT

Le développement d'une bicyclette est la distance qu'elle parcourt pour un tour du pédalier.
Il dépend :
— du périmètre de la roue,
— du nombre de tours de la roue pour un tour du pédalier. Ce nombre est appelé **braquet.**
Le développement peut se mesurer directement. Tu peux aussi le calculer (revois la page 37).
Développement = périmètre de la roue × braquet.

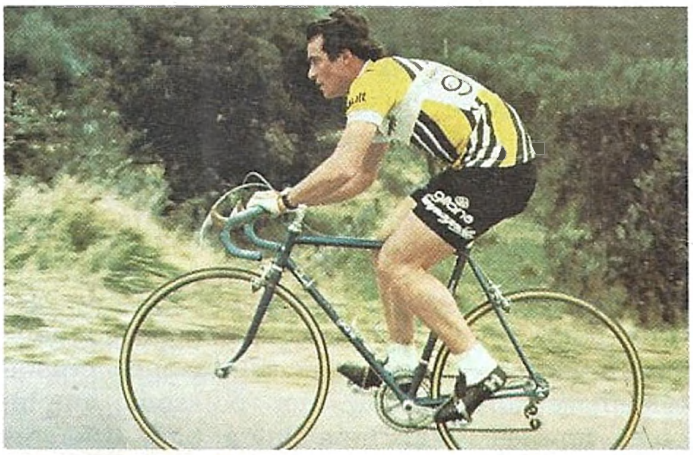


Fig. 2 Bernard Hinaud dans une étape contre la montre. Son développement est ici égal à 8 m et il fait 100 tours de pédale par minute.
Il parcourt donc 8 × 100 = 800 m par minute.
Il parcourt en une heure : 800 × 60 = 48 000 m.
Sa vitesse est 48 km/h.

3 LE BRAQUET

Observe la figure 3 et calcule le braquet.
Un tour du pédalier de 42 dents fait avancer la chaîne de 42 maillons. Celle-ci entraîne alors 42 dents du pignon. Comme il en possède 14, le nombre de tours effectués est : 42 : 14 = 3. Ce nombre est le **braquet.**
Retenons son calcul : **le braquet s'obtient en divisant le nombre de dents du pédalier par celui de la roue libre.**
On le laisse le plus souvent sous forme de fraction.
Exemples : $\frac{42}{14}, \frac{42}{18}, \frac{48}{18}$.

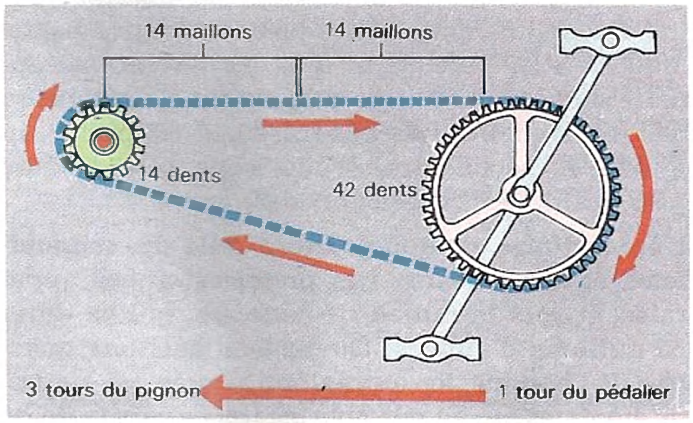


Fig. 3 Calcul du braquet.

Es-tu capable de...

1. *Désigner les organes de transmission d'une bicyclette et d'en faire le schéma ?*
2. *Définir le développement et expliquer son importance ?*
3. *Mesurer ou calculer le développement ?*
4. *Expliquer ce qu'est le braquet ?*

25 LES ENGRENAGES

1 UN ENGRENAGE

L'ensemble de deux roues dentées dont les dents s'engrènent l'une avec l'autre constitue un engrenage. La rotation de l'une des roues entraîne la rotation de l'autre.
La roue actionnée par la manivelle ou le moteur est appelée **roue d'entrée,** parfois **roue motrice.** L'autre est appelée **roue de sortie,** parfois **roue réceptrice.**

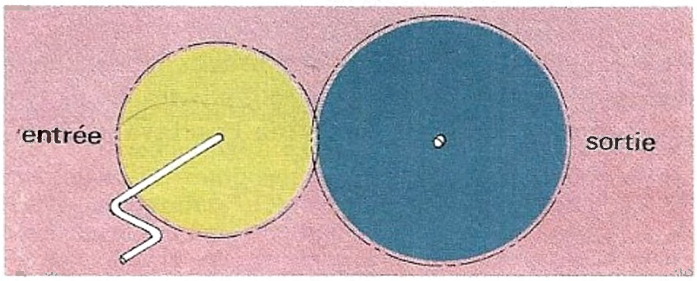


Fig. 1 Schéma d'un engrenage.

2 CE QUE PERMET UN ENGRENAGE

Un engrenage permet de transmettre le mouvement entre deux axes voisins en changeant ou en ne changeant pas le sens de rotation et la vitesse.
— Le sens de rotation dépend du nombre de roues et du côté de la denture (fig. 2).
— La vitesse de chaque roue dépend du nombre de dents qu'elle porte. En effet, puisqu'il défile sur chaque roue le même nombre de dents, la petite fait un plus grand nombre de tours que la grande. **La petite roue tourne plus vite que la grande.**

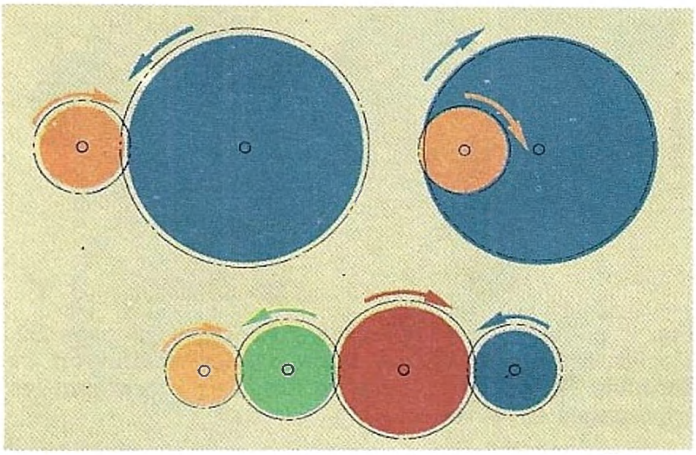


Fig. 2 Les sens de rotation se trouvent facilement sur un schéma.

3 OPÉRATEUR D'UN ENGRENAGE

— Observe l'engrenage de la figure 3.a. Quand sa roue d'entrée fait 1, 2 ou 3 tours, sa roue de sortie en fait 2, 4 ou 6. Cet engrenage multiplie par 2 le nombre de tours qui entrent. Il est **multiplicateur** de vitesse. **L'opérateur** est × 2.
— Observe l'engrenage de la figure 3.b. Sa roue d'entrée doit faire 3, 6 ou 9 tours pour que sa roue de sortie en fasse 1, 2 ou 3. Il divise par 3 le nombre de tours qui entrent. Il est **diviseur** ou **réducteur** de vitesse. **L'opérateur** est : 3.

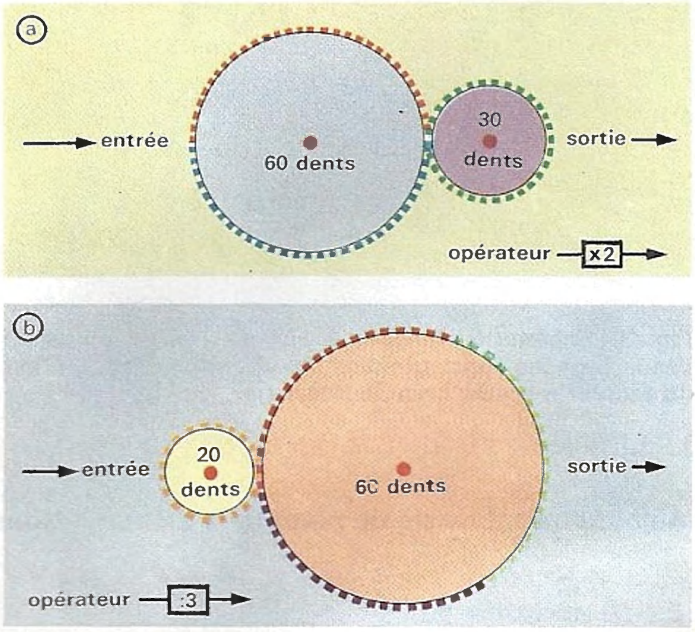


Fig. 3 Un engrenage est multiplicateur quand la grande roue est à l'entrée (a). Il est réducteur dans le cas contraire (b).

Es-tu capable de...

1. *Définir un engrenage ?*
2. *Distinguer la roue d'entrée de la roue de sortie ?*
3. *Trouver sur un schéma le sens de rotation des roues quand tu connais celui de la roue d'entrée ?*
4. *Reconnaître si un engrenage est multiplicateur ou réducteur de vitesse ?*

26 POUR CRÉER LE MOUVEMENT

1 IL Y A BIEN LONGTEMPS

Pendant des millénaires, les hommes se sont servis de leurs muscles pour créer le mouvement afin de se déplacer, produire, fabriquer, construire. Dans certaines civilisations, la nécessité d'obtenir un plus grand nombre de travailleurs entraîna l'esclavage. Puis les hommes domestiquèrent des animaux.

2 LES PREMIERS MOTEURS

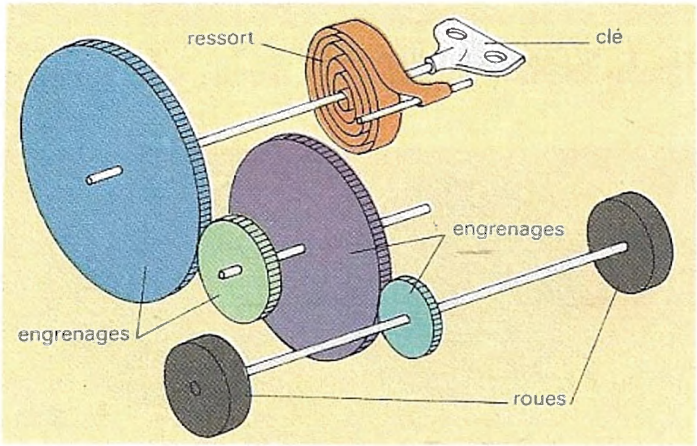


Fig. 1 Schéma du moteur à ressort de la page 52. L'acier est élastique. La lame d'acier, quand on l'a enroulée en spirale, tend à se dérouler, entraînant les engrenages et les roues.

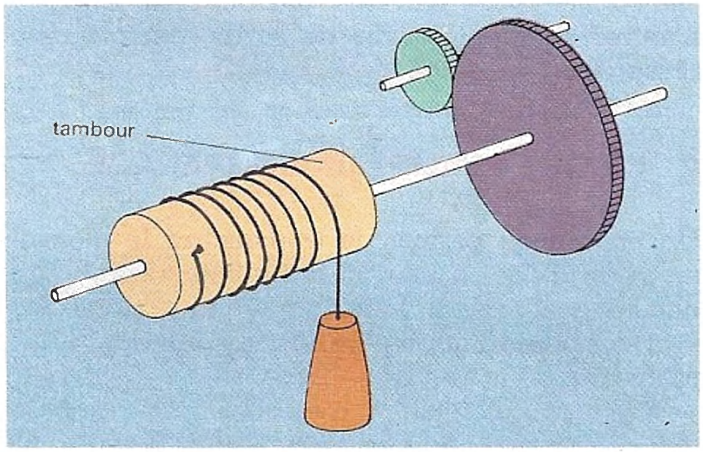


Fig. 2 Schéma d'un moteur à poids. Le plomb, tiré vers le bas par son poids, déroule la corde, entraînant la rotation du tambour. Sur l'horloge, un moteur à poids actionne les aiguilles, l'autre la sonnerie.

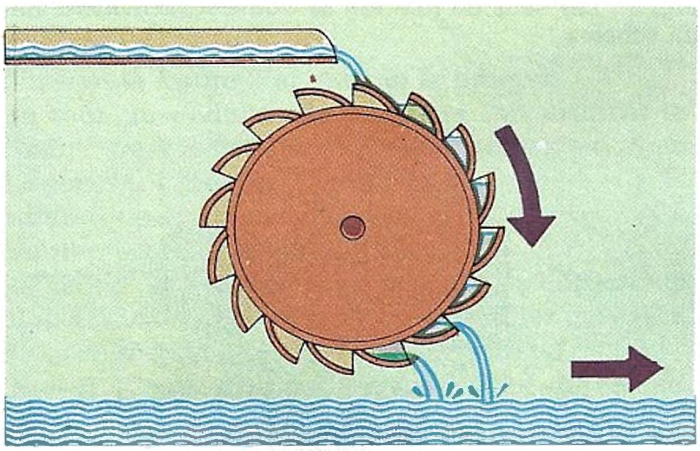


Fig. 3 Schéma d'une roue à auges. C'est le poids de l'eau, dans les auges pleines, qui actionne la roue. C'est un moteur à poids, comme l'horloge.

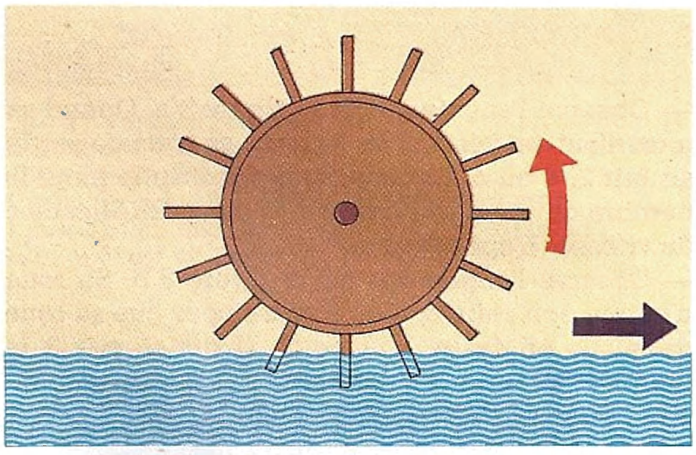


Fig. 4 Schéma d'une roue à aubes actionnée par le courant d'une rivière. A l'inverse, comment a-t-on utilisé cette roue sur les bateaux ?

3 LES MOTEURS D'AUJOURD'HUI

Aujourd'hui, il existe de nombreux moteurs. Nous verrons les principaux dans les leçons suivantes.

Es-tu capable de...

1. *Expliquer et schématiser un moteur à ressort ? Un moteur à poids ?*
2. *Expliquer la différence entre une roue à auges et une roue à aubes ?*

27 LE MOUVEMENT PAR DES COMBUSTIONS

1 MACHINES À VAPEUR

Dans ces machines, la vapeur d'eau est produite dans une chaudière chauffée par un foyer.

a) Machine à vapeur alternative. La vapeur envoyée dans un cylindre pousse le piston. Une *bielle* et une *manivelle* transforment le mouvement alternatif du piston en rotation du volant. La vapeur échappée va dans le condenseur d'où elle est renvoyée, liquide, à la chaudière. Dans le cas des anciennes locomotives, la vapeur était rejetée dans l'air (fig. 1).

b) Turbine à vapeur. Le jet de vapeur projeté sur les pales du rotor le fait tourner à grande vitesse. Dans les centrales électriques thermiques, de telles machines font tourner les alternateurs.

2 MOTEURS À COMBUSTION INTERNE

Dans ces moteurs, le carburant vaporisé et mélangé à l'air, brûle rapidement à l'intérieur même du cylindre. Les gaz brûlés repoussent le piston avant d'être rejetés dans l'atmosphère.

a) Le moteur **4 temps** des grosses motos et des voitures brûle de l'essence ou du supercarburant. L'entrée des gaz dans le cylindre et leur sortie sont commandées par des soupapes. Une étincelle, produite par la bougie, enflamme les gaz.

b) Le moteur **2 temps** (fig. 2) fonctionne sans soupapes. Il brûle du « mélange » (essence + huile de graissage).

c) Dans un moteur **diesel,** le carburant, du gazole, s'enflamme sans bougies.

3 LES TURBO-MOTEURS

Il n'y a pas de piston, mais une turbine actionnée par les gaz brûlés. Cette turbine entraîne un compresseur, qui comprime l'air nécessaire à la combustion, admis à l'avant.

4 LES FUSÉES

Rien ne tourne dans un moteur de fusée hormis les pompes qui alimentent les tuyères en combustible et en *comburant.* (Faute d'air en haute altitude, une fusée emporte le comburant indispensable pour brûler le combustible.) C'est l'éjection des gaz brûlés qui assure, par réaction, la propulsion de l'engin (fig. 3).

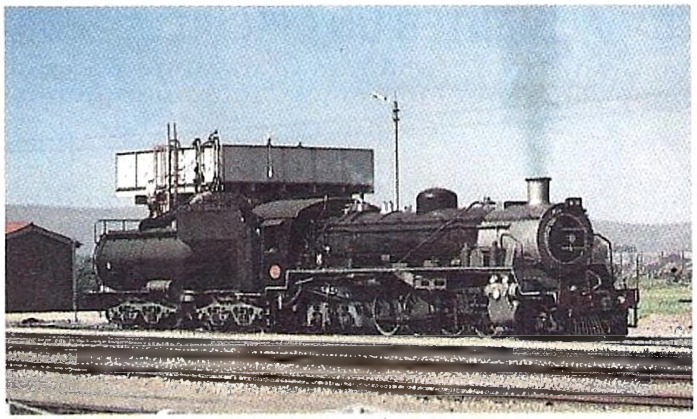


Fig. 1 Locomotive à vapeur brûlant du charbon. Ces machines alternatives n'avaient pas de condenseur. Après la dernière guerre, des machines diesel, puis électriques les ont remplacées.

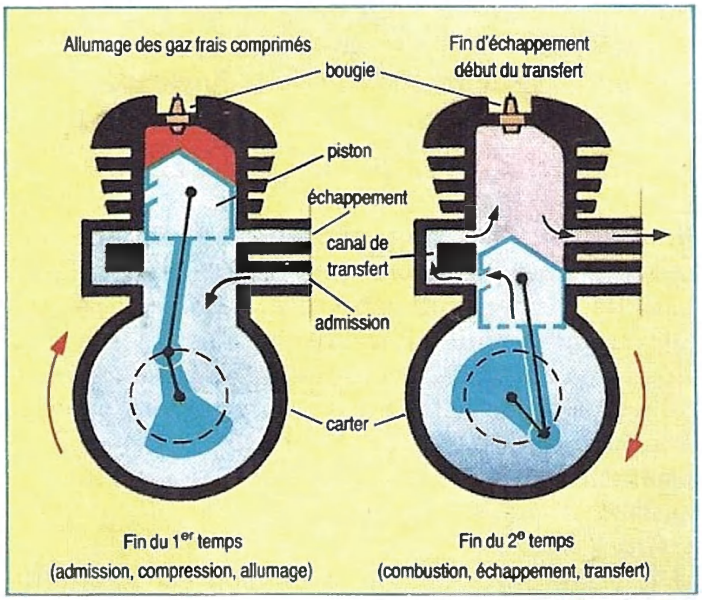


Fig. 2 Moteur à deux temps. Les soupapes sont remplacées par des ouvertures dans la paroi du cylindre, découvertes par le piston. Il y a une combustion à chaque tour.

Fig. 3 Navette spatiale Challenger lors d'un premier décollage.

28 ALIMENTER UN CIRCUIT ÉLECTRIQUE

1 LES DEUX BORNES D'UNE PILE N'ONT PAS LE MÊME RÔLE

- La borne positive est marquée + (ou est de couleur rouge) sur un accumulateur de voiture (fig. 1).
- La borne négative est marquée – (ou est de couleur noire). Pour allumer une ampoule, la nature des bornes de la pile n'a pas d'importance. Pour alimenter un moteur ou un récepteur de radio, il faut tenir compte de la nature des bornes. Si tu les inverses, le moteur tourne en sens opposé; le poste de radio, lui, ne fonctionne pas.

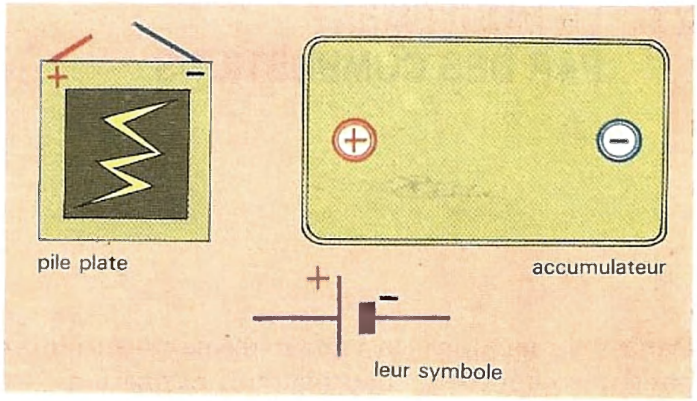


Fig. 1 Bornes d'une pile ou d'un accumulateur.

2 LA GÉNÉRATRICE DE BICYCLETTE

En tournant, le galet entraîne un aimant qui tourne à son tour devant une bobine. Le déplacement de l'aimant par rapport à la bobine crée un courant qui circule alternativement dans un sens, puis dans l'autre. Ce courant *alternatif* augmente d'intensité lorsque le déplacement est plus rapide. Il cesse quand le galet ne tourne plus. La génératrice est un alternateur. Elle fournit du courant alternatif sous une tension de 6 volts environ.
Le courant qui alimente la maison est alternatif lui aussi, mais, contrairement à celui-ci, il est très dangereux.

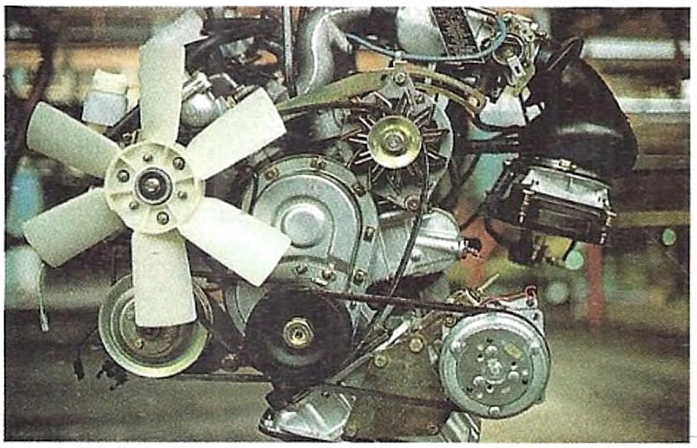


Fig. 2 Le circuit électrique d'une automobile est alimenté par un alternateur qui ne fonctionne que lorsque la voiture roule et permet de recharger l'accumulateur.

3 LES DANGERS DU COURANT

Lorsque la tension du courant est supérieure à 24 volts, le courant présente des dangers; traversant le corps humain, il peut entraîner la mort (fig. 3). C'est l'*électrocution.* C'est le cas du courant qui alimente la maison (courant du secteur) dont la tension peut dépasser 220 volts.
On ne touche jamais un conducteur du circuit de la maison sans avoir d'abord coupé le courant par le disjoncteur.

Fig. 3 Par prudence, ne touche jamais nu-pieds un appareil fonctionnant sur le secteur (électrophone, cuisinière, réfrigérateur...).

Es-tu capable de...

1. *Reconnaître les bornes d'une pile ronde même quand les signes + ou – sont effacés ?*
2. *Associer des piles en série ?*
3. *Indiquer la nature du courant produit par une génératrice de bicyclette ?*
4. *Citer deux conseils de prudence à suivre au sujet du courant de la maison ?*

29 LE MOUVEMENT PAR LE COURANT ÉLECTRIQUE

1 L'ÉLECTRO-AIMANT

On obtient un électro-aimant en enroulant autour d'un morceau de fer une bobine de fil conducteur électrique isolé. Quand un courant parcourt la bobine, le morceau de fer devient un aimant : il est capable d'attirer des objets en fer. Il perd cette possibilité quand le courant est coupé (fig. 1).

2 COMMANDES À DISTANCE

Il est facile, avec un simple interrupteur, d'établir ou de couper le courant dans un circuit. Aussi, un électro-aimant est-il un moyen commode de provoquer, d'aussi loin que l'on veut, un mouvement de manœuvre. Par exemple, l'ouverture d'un robinet *(électro-vanne);* l'ouverture d'une porte *(ouvre-porte);* la commande d'un autre interrupteur. Il constitue alors un **relais** (fig. 2).

3 MOTEURS ÉLECTRIQUES

La partie tournante d'un moteur électrique est le **rotor;** la partie fixe est le **stator.** Dans un moteur de jouet fonctionnant sur pile, le stator est un aimant, le rotor comporte 3 bobines où le courant arrive grâce au **collecteur** sur lequel frottent des **balais.**

- A la maison, les moteurs électriques sont venus nous soulager dans les tâches ménagères et nous ont apporté le confort (réfrigérateur, aspirateur, lave-linge...).
- Il existe enfin, une grande diversité de moteurs électriques, depuis le moteur d'une montre jusqu'à ceux qui équipent les machines industrielles.
- Certains moteurs sont réversibles : ils produisent du courant quand on les fait tourner. (C'est le cas des moteurs jouets à aimant; c'est aussi le cas d'une génératrice de bicyclette.)

Es-tu capable de...

1. *Décrire un électroaimant ?*
2. *Citer une de ses utilisations ?*
3. *Décrire un moteur électrique ?*
4. *Citer des moteurs de la maison ?*

Fig. 1 Grue à électro-aimant utilisée au transbordement de lourdes plaques de tôle d'acier.

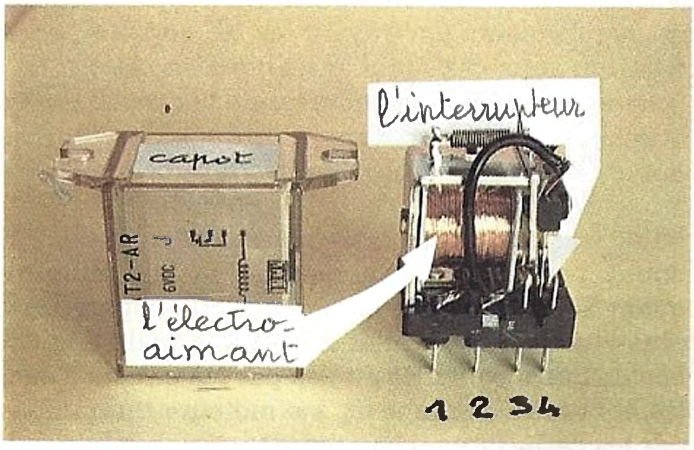


Fig. 2 Relais. C'est un interrupteur commandé par électro-aimant. Sur une automobile, le démarreur, le klaxon, les phares sont commandés par un relais.

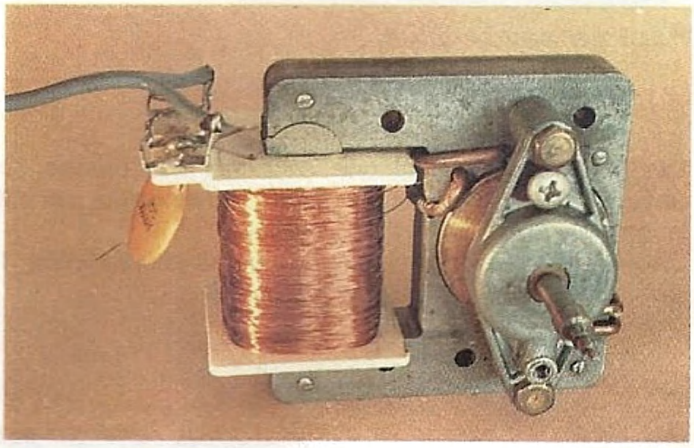


Fig. 3 Petit moteur-jouet. Le stator est un électro-aimant : il fonctionne à la fois sur pile et sur courant alternatif (transformateur 6 volts).

30 CETTE ÉNERGIE DONT NOUS AVONS BESOIN

1 DE L'ÉNERGIE DANS NOS MUSCLES

Pour se déplacer, pour faire leur travail, les hommes ont d'abord compté sur leurs muscles, puis sur ceux des animaux qu'ils avaient domestiqués. La *noria* (fig. 1) est un exemple. Elle est encore utilisée dans certains pays pour remonter l'eau des puits.
Les hommes ont plus tard inventé les moteurs.

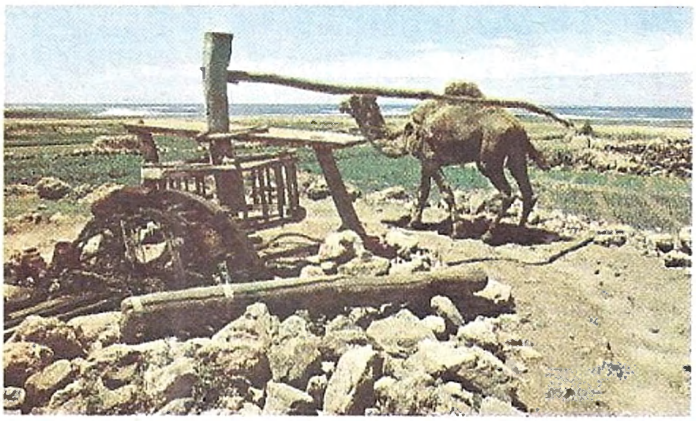


Fig. 1 Une noria.

2 L'ÉNERGIE DANS LA NATURE

Aucun être vivant, aucun moteur ne peut fournir de mouvement, de travail ou de chaleur, sans recevoir, sans consommer quelque chose.
Aucune machine ne peut créer de l'énergie, toutes la puisent dans la nature et la transforment. Les hommes et les animaux la trouvent dans les aliments.
En se tendant, l'arc emmagazine l'énergie que lui donne l'archer, puis la restitue en la communiquant brusquement à la flèche. Celle-ci part ainsi plus vite que si elle était lancée à la main (fig. 2).
Les turbines sont alimentées par les chutes d'eau, les éoliennes par le vent, les moteurs thermiques par les carburants. Les aliments, les chutes d'eau, le vent, les carburants ne sont pas de l'énergie, mais des *sources d'énergie.*

Fig. 2 Archer tirant sur la corde de son arc.

Fig. 3 La vitesse du skieur augmente avec la pente.

Pour en savoir plus...

3 SUR LES UNITÉS DE MESURE

Les physiciens donnent une définition plus précise de l'énergie. Ils savent aussi la mesurer. L'unité de mesure est le *joule* (J). C'est une unité très petite.
L'énergie électrique se mesure en kilowatt-heures (kWh). 1 kWh correspond à 3,6 millions de joules.

Es-tu capable de...

1. *Citer des exemples d'utilisation de l'énergie pour produire des matériaux ou des aliments ?*
2. *Citer une unité avec laquelle se mesure l'énergie ?*
3. *Indiquer les sources d'énergie qu'utilisent les montres ?*

31 LES CENTRALES ÉLECTRIQUES

1 LES DIFFÉRENTS TYPES DE CENTRALES HYDRAULIQUES

- Les usines de lac, alimentées par des réservoirs de plusieurs centaines de millions de m^3 d'eau constitués par de grands barrages. Exemple : le barrage de Tignes, sur l'Isère.
- Les usines d'éclusée, alimentées par des réservoirs moyens établis sur le cours des fleuves. comme Oraison ou Saint-Estève-Jeanson sur la Durance.
- Les usines au fil de l'eau (fig. 1), caractérisées par l'absence de réserve. Leur capacité de production dépend du débit du fleuve.
- L'usine marémotrice de la Rance constitue une exception originale. Les mouvements des marées actionnent les turbines.

2 COMMENT FONCTIONNE UNE CENTRALE ÉLECTRIQUE

Toutes les centrales possèdent des turbines et des alternateurs. La turbine est mise en mouvement soit par un courant d'eau, soit par de la vapeur d'eau sous pression. Elle entraîne dans sa rotation un *alternateur.* Celui-ci fonctionne comme une génératrice de bicyclette. Il produit du courant alternatif sous une *tension* d'environ 10 000 volts (fig. 2).

Pour en savoir plus...

3 SUR LES CENTRALES NUCLÉAIRES

La réaction qui se produit dans le cœur du *réacteur* (fission de l'uranium enrichi) dégage une grande quantité de chaleur qui élève la température de l'eau sous pression. Le cœur est enfermé dans une double enceinte d'acier et de béton pour protéger des radiations émises.
Les barres de contrôle permettent de ralentir ou d'arrêter la réaction.

Es-tu capable de...

1. *Comparer les différents types de centrales électriques ?*
2. *Expliquer le fonctionnement d'une centrale électrique ?*

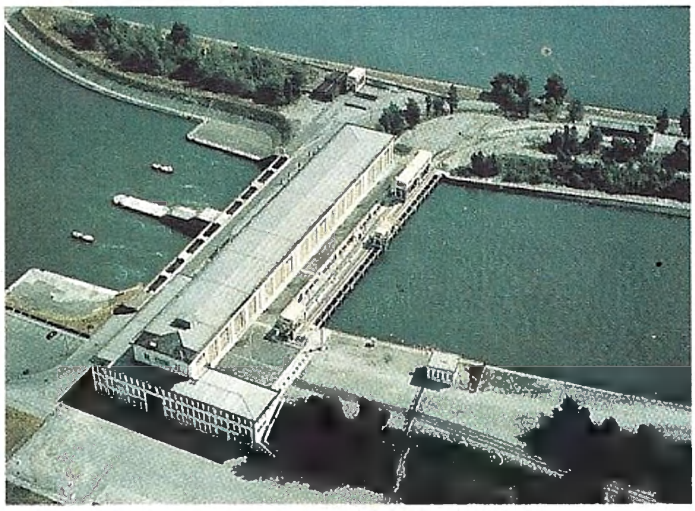


Fig. 1 Centrale au fil de l'eau d'Ottmarsheim, sur le Rhin.

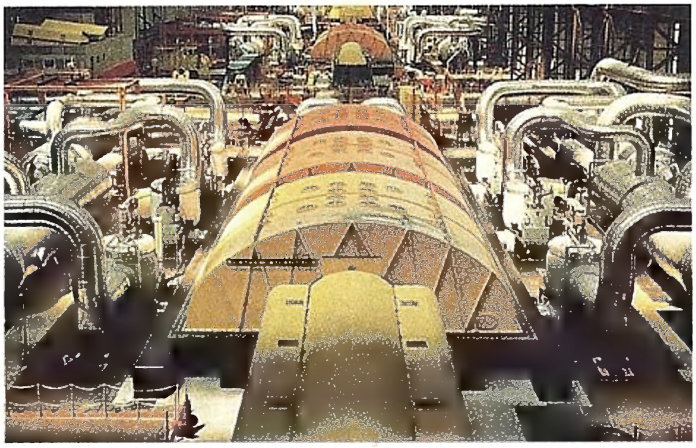


Fig. 2 Turbines d'une centrale nucléaire.

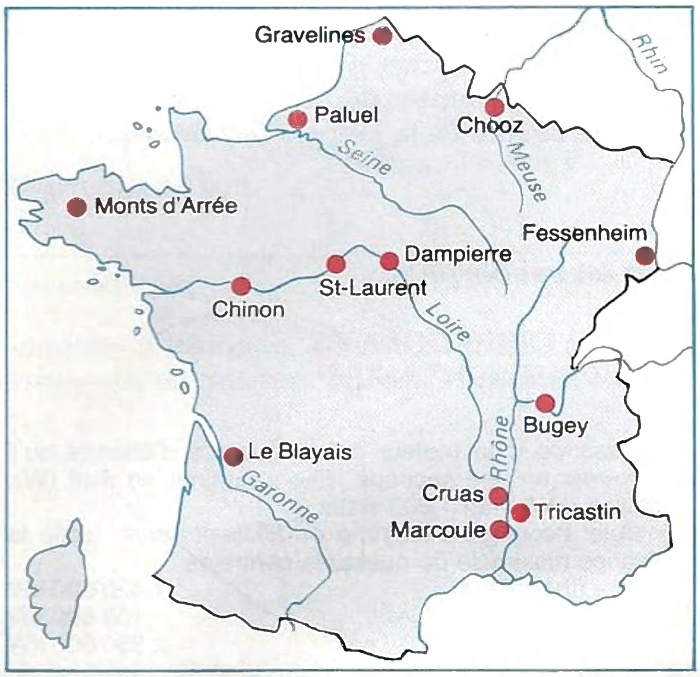


Fig. 3 Où trouve-t-on des centrales nucléaires en France ?

32 DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE EN FRANCE

1 POURQUOI TRANSPORTE-T-ON L'ÉLECTRICITÉ SOUS HAUTE TENSION ?

Lorsqu'un fil conducteur est parcouru par le courant, il s'échauffe. Il est bien dommage de perdre ainsi de l'énergie sous forme de chaleur. Pour réduire ces pertes, il faut transporter l'électricité sous haute ou très haute tension : c'est pourquoi on utilise des lignes dont la tension atteint jusqu'à 400 000 volts.
Les *transformateurs électriques* (fig. 1) permettent, soit d'élever, soit d'abaisser la tension du courant électrique. Ils ne fonctionnent qu'avec le courant *alternatif*.

2 QUE SE PASSE-T-IL SI LA DEMANDE EST TROP FORTE ?

La panne du 20 décembre 1978 constitue un événement exceptionnel (fig. 2). En période de grands froids, comme en janvier 1985, il arrive que les usagers utilisent de très nombreux radiateurs électriques d'appoint. Les transformateurs surchargés risquent de chauffer et parfois même, de brûler, privant tout un quartier d'électricité.
La consommation d'électricité est très variable. Elle dépend des activités industrielles, des transports (métro, trains), de la température (chauffage), de l'heure de la journée (éclairage).

Pour en savoir plus...

3 QUELQUES DONNÉS SUPPLÉMENTAIRES

La *puissance* d'un moteur est la quantité d'énergie qu'il peut fournir en une seconde. Elle s'exprime en *watt* (W). 1 kilowatt (kW) vaut 1 000 watts.
L'énergie électrique s'exprime en *kilowatt-heure.* Voilà la puissance maximale de quelques centrales :

Le Havre (thermique)	1 420 000 kW
Saint-Estève (hydraulique)	139 000 kW
Bugey (nucléaire)	2 380 000 kW

La longueur totale du réseau de transport électrique est de l'ordre de 75 000 km, soit près de deux fois le tour de la Terre.

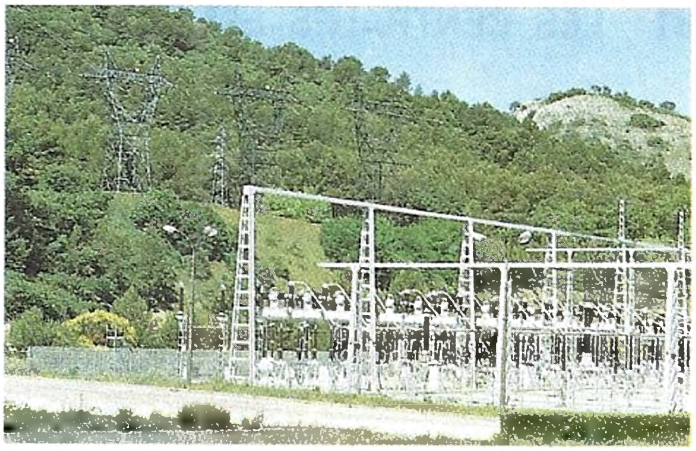


Fig. 1 Poste de transformation de la centrale de St-Estève.

La panne du 20 décembre 1978

Le 20 décembre 1978 à 8 h 27 une ligne E.D.F. à très haute tension de l'Est de la France disjoncte en raison d'une surcharge de consommation qui serait due au froid.
A partir de cet incident, une accumulation de circonstances provoque l'ouverture de disjoncteurs de 400 000 volts.
Le réseau s'écroule comme un jeu de cartes.

Le Provençal, 21.12.78.

Fig. 2 La panne du 20 décembre 1978.

Fig. 3 Les lignes à haute tension alimentent les grands centres urbains et industriels.

Es-tu capable de...

1. *Donner des facteurs dont dépend la consommation journalière d'électricité ?*
2. *Expliquer le rôle d'un transformateur ?*
3. *Citer une unité de puissance ?*

33 LES SOURCES D'ÉNERGIE, LA CRISE

1 QUI UTILISE L'ÉNERGIE EN FRANCE ?

Le principal utilisateur (35,5 %) comprend l'ensemble des ménages (domestique), des services commerciaux, de santé, etc. (secteur dit tertiaire) et de l'agriculture (fig. 1).
Pour produire de l'énergie électrique, on consomme dans les centrales thermiques, soit du charbon, soit du fuel, soit du gaz naturel. Ces consommations d'énergie sont totalisées dans le secteur Énergie-Pertes.

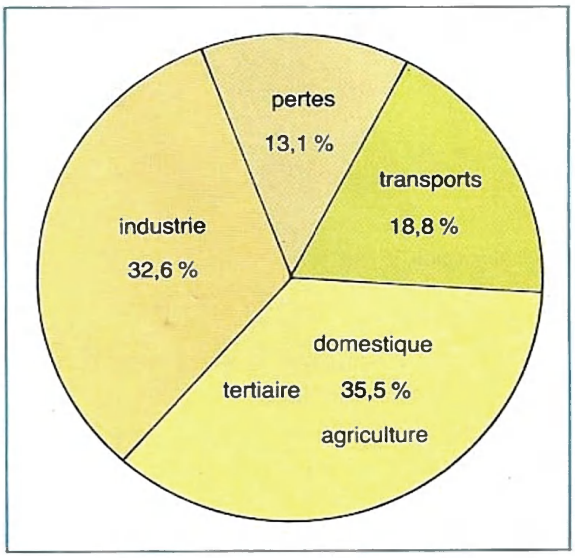


Fig. 1 Comment se répartit la consommation d'énergie en France ?

2 QUELS SONT LES PAYS QUI NOUS VENDENT DES PRODUITS D'OÙ NOUS TIRONS L'ÉNERGIE ?

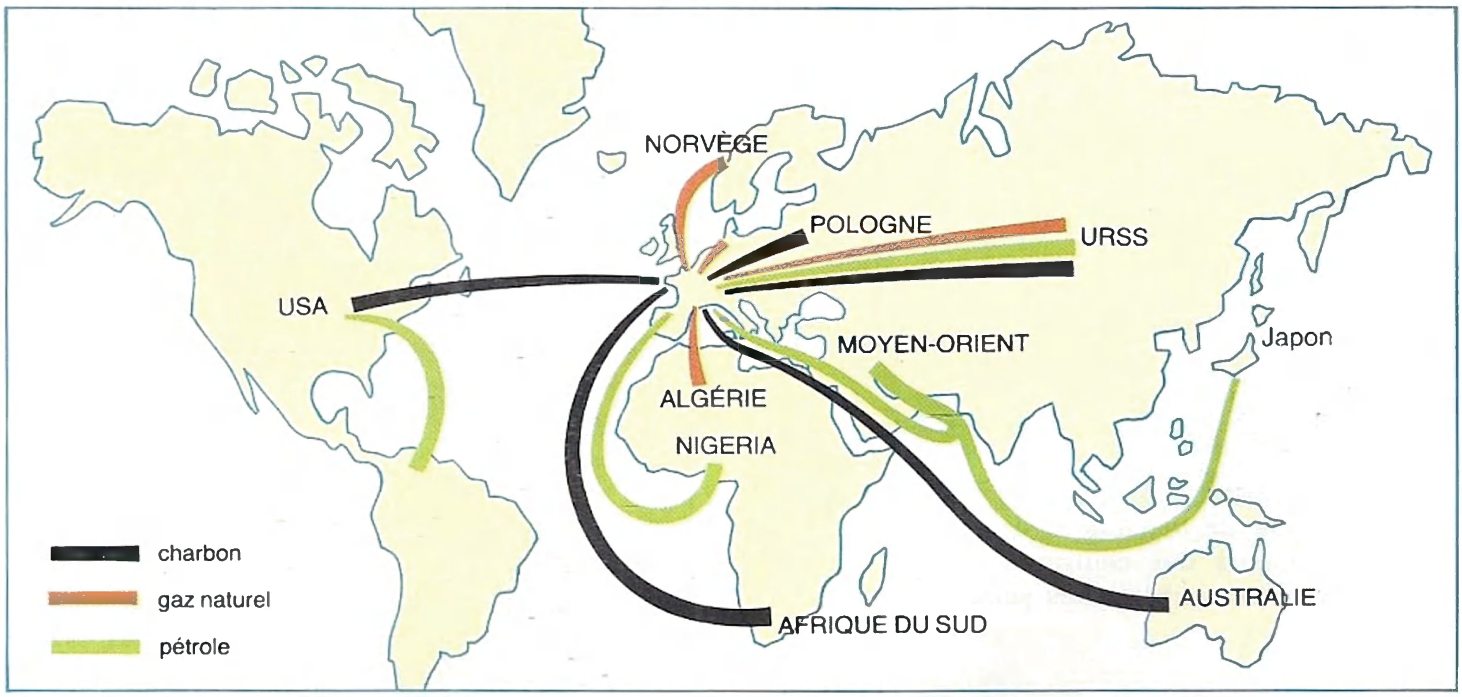


Fig. 2 Nos multiples fournisseurs sont répartis dans les cinq continents.

Nous devons acheter du pétrole, du gaz naturel, du charbon à l'étranger. Pour chacune de ces sources d'énergie, nous avons plusieurs fournisseurs. Précise lesquels, en utilisant la carte ci-dessus.

Es-tu capable de...

1. *Citer des sources d'énergie utilisées en France ?*
2. *Indiquer quelles sont celles que nous devons importer ?*
3. *Citer une source d'énergie dont la production en France augmente et une dont la production diminue ?*
4. *Préciser comment sont transportés le gaz naturel, le pétrole, le charbon ?*

34 ÉCONOMISONS L'ÉNERGIE

1 LES ÉCONOMIES DÉJÀ RÉALISÉES EN FRANCE

Le diagramme ci-contre donne par année les économies totales réalisées depuis le début de l'année 1974.
Ainsi, à la fin de l'année 1980, les économies cumulées s'élevaient à 24 Mtep (voir la légende du diagramme), réparties comme suit : 18 Mtep économisées au cours des années antérieures à 1980 (partie jaune) et 6 Mtep (24-18) économisées durant l'année 1980 (partie marron).
Repère sur le diagramme les années au cours desquelles les économies ont été importantes. Vérifie par le calcul.

2 RECOMMANDATIONS POUR ÉCONOMISER L'ÉNERGIE

Les mesures suivantes permettent d'économiser l'énergie :
- isolation thermique des immeubles;
- bon entretien des chaudières, des véhicules, etc.;
- utilisation de thermostats (appareils servants à maintenir la température constante), pompes à chaleur;
- limitation de la vitesse;
- utilisation du chauffage solaire (fig. 2), des serres;
- élimination des gaspillages;
- récupération de la chaleur de l'eau provenant des condenseurs des centrales nucléaires pour chauffer des immeubles, des serres, des bassins piscicoles.

3 RECYCLAGE DU VERRE, DU PAPIER, DE L'ALUMINIUM

Il nous permet d'éviter l'achat de matières premières, parfois à l'étranger et d'économiser l'énergie.

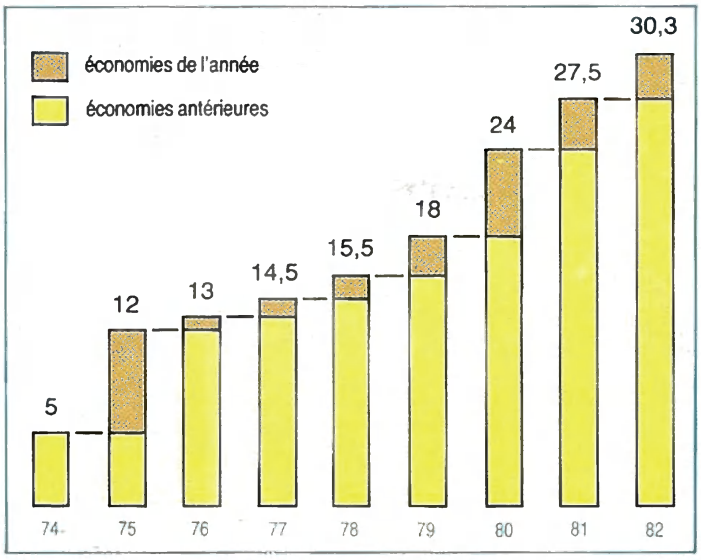


Fig. 1 Économies d'énergie cumulées (M.t.e.p.) en France : un diagramme pas comme les autres.

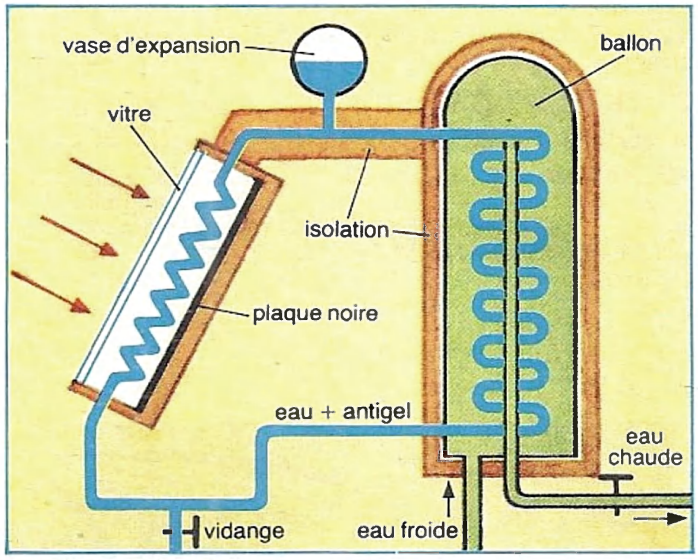


Fig. 2 Le circuit d'eau du capteur contient de l'antigel. Pourquoi ?

	première qualité pâte chimique	qualité courante pâte mécanique	recyclé
bois ou vieux papier	2385 kg	1710 kg	vieux papier
eau	440 000 l	280 000 l	1 800 l
énergie	plus de 7 500 kW.h	4 750 kW.h	moins de 2 750 kW.h

Fig. 3 Pour fabriquer une tonne de papier, on utilise...

Es-tu capable de...

1. Citer des matériaux isolants ? 2. Expliquer l'importance de l'air dans les procédés d'isolation ?
3. Citer cinq mesures pour économiser l'énergie ? 4. Expliquer l'intérêt du recyclage du papier ?

35 LE SOLEIL, NOTRE SOURCE D'ÉNERGIE

1 L'ÉNERGIE SOLAIRE PRISE AU PIÈGE

Les agriculteurs savent bien que la couleur noire absorbe tout le rayonnement solaire alors que la couleur blanche le réfléchit. Aussi, placent-ils sur le sol, au printemps, du terreau ou des films de matière plastique noire, afin de le réchauffer.
De plus, le verre et certaines matières plastiques sont transparents aux rayons du soleil, mais opaques au rayonnement émis par le sol.
L'énergie solaire est ainsi prise au piège. C'est l'**effet de serre** (fig. 1).

Fig. 1 Cultures sous serres ou cultures sous tunnels de plastique.

2 DE L'ÉLECTRICITÉ À PARTIR DU SOLEIL

Les *cellules photovoltaïques* (ou *photopiles*) transforment l'énergie transportée par la lumière en énergie électrique. Cette électricité est « mise en réserve » dans une batterie. Cela permet ainsi d'alimenter un appareil d'éclairage, un poste de radio, un réfrigérateur même s'il n'y a plus de lumière.
Il existe des calculatrices de poche, des montres, des pompes de puits, des lampadaires d'éclairage public qui fonctionnent avec des photopiles.

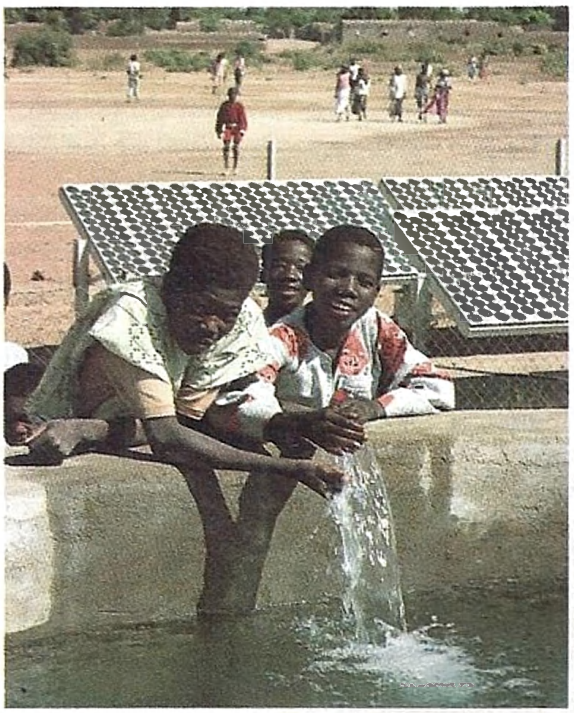


Fig. 2 La pompe de ce puits est alimentée par les photopiles.

3 QU'EST-CE QUE LA BIOMASSE ?

Les plantes, pour croître et se développer, absorbent l'énergie solaire. Les végétaux constituent donc un stockage naturel de l'énergie : la **biomasse.**
La combustion du bois ou de la paille fournit de la chaleur.
La fermentation de la canne à sucre, des topinambours produit de l'alcool; celle des broussailles ou du fumier dégage du gaz combustible (fig. 3).

Fig. 3 Dans le digesteur de fumier (cuve de fermentation), il se dégage du méthane.

Es-tu capable de...

1. *Expliquer comment le Soleil alimente les lacs de retenue d'eau ?*
2. *Indiquer comment fabriquer du charbon de bois ?*
3. *Préciser le rôle d'une photopile ?*

1 ORDINATEUR ET TERMINAL

L'appareil sur lequel travaille une caissière ou l'employée d'une agence de voyages est un **terminal** d'ordinateur, c'est-à-dire qu'il est relié à un ordinateur central, pouvant se trouver à proximité immédiate (au supermarché) ou très loin, souvent dans une autre ville (cas de l'agence de voyages).
L'employée ne fait que donner des renseignements à l'ordinateur central qui, en retour, donne des réponses ou des informations.

Fig. 1 La salle principale d'un gros ordinateur.

2 ORDINATEUR CENTRAL

L'ordinateur central d'un supermarché possède en mémoire la liste des noms des produits (pas tous pour l'instant !) avec leur numéro de code (fig. 1). Il peut donc, lorsque la caissière tape un numéro de code, écrire à la place, ou à côté, le nom de l'article en clair.
De même, l'ordinateur central de la S.N.C.F. contient tous les renseignements concernant les horaires des trains ainsi que les places disponibles.

Fig. 2 Une salle de saisie des informations.

3 DE NOUVEAUX MÉTIERS

Tous les renseignements que possède un ordinateur, il a bien fallu les faire « entrer » dans sa mémoire.
De plus, il est nécessaire de pouvoir les modifier, on dit les « mettre à jour ». C'est le rôle des *opératrices de saisie,* personnes que le public ne voit pas, mais dont le travail est absolument indispensable, puisque, sans lui, le système ne pourrait pas fonctionner (fig. 2).

Fig. 3 Lecteur optique à la caisse d'un supermarché.

4 LE CODE BARRE

Le code barre est cet ensemble de petites stries noires que l'on trouve sur l'emballage de certains produits courants. En passant simplement le *lecteur optique* (fig. 3) sur ces stries, la caissière envoie, sans risque d'erreur, le code du produit à l'ordinateur, qui peut alors répondre, comme nous l'avons indiqué au § 2.

Es-tu capable de...

1. *Dire ce qu'est un terminal ?*
2. *Dire grâce à qui l'ordinateur peut nous donner l'heure du départ d'un train ?*

37 LA CALCULETTE

1 UTILISATION

Une calculette est bien utile pour effectuer rapidement et sans erreur des calculs longs ou fastidieux. Mais son utilisation a tout de même des limites.
Essaie, par exemple, d'effectuer :

968 654 × 456 789.

Lors d'un calcul simple, le premier nombre, dont la fin est détectée par la machine lors de la frappe d'une touche d'opération, est envoyé dans une partie mémoire de calcul appelée *accumulateur*.
La fin du deuxième nombre est détectée par la frappe de la touche =.
Le calcul s'effectue dans l'accumulateur, puis le résultat est recopié sur l'écran.

Fig. 1 Commerçant utilisant une calculette pour vérifier le montant de la TVA d'une facture.

2 CALCULS EN CHAÎNE

Le résultat du calcul précédent se trouve dans l'accumulateur et sur l'écran. Deux choses peuvent alors se passer :
- soit on tape sur une touche chiffre; la machine sait alors qu'un nouveau premier nombre va lui être donné pour un autre calcul.
- Soit on tape sur une touche opération; la machine sait alors que le contenu de l'accumulateur est le premier nombre et que le deuxième va être tapé.

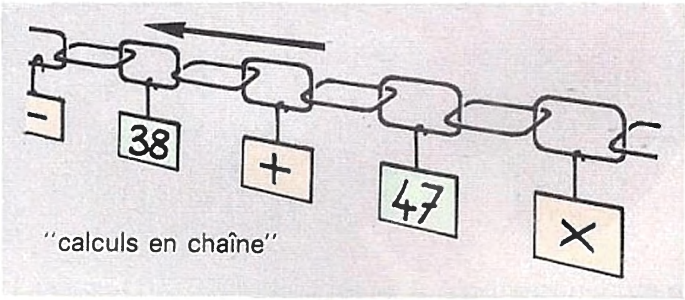


Fig. 2 Dans une calculette les nombres (opérandes) et les signes des opérations arrivent à la « queue leu leu » comme s'ils étaient enchaînés.

3 DIVISION ENTIÈRE

Pour obtenir le quotient entier, puis le reste d'une division « entière », il faut utiliser le processus suivant (fig. 3) :
Taper 39 ÷ 7 = ; le résultat inscrit est 5,5714285..., mais on ne connaît pas les chiffres suivants (peu importe !).
Le *quotient entier* est la partie entière du résultat, soit 5. Le *reste* s'obtient en faisant, par exemple :

7 × 5 M+ , puis 39 − MR = .

N.B. MR ou RM ou RCM ou... est la touche de rappel mémoire.

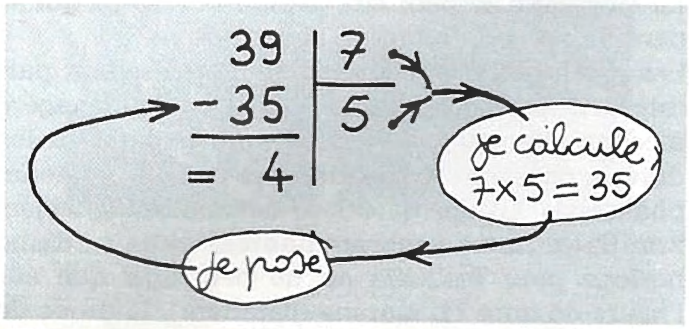


Fig. 3 Ce que je fais « à la main ».

Es-tu capable de...

1. *Dire quels sont les éléments externes et internes d'une calculette ?*
2. *Dire ce qui se passe quand on fait du calcul en chaîne ?*
3. *Trouver, avec une calculette, le quotient entier et le reste d'une division donnée ?*

38 OBJETS PROGRAMMABLES

1 OBJETS USUELS

a) Le « serveur de thé » de la figure 1 p. 78 (ou le repose-téléphone) (fig. 1) ne fonctionne que lorsque le plateau s'abaisse sous le poids d'un objet pesant, libérant ainsi le mécanisme qui puise son énergie dans le ressort. Il se déplace *tant que,*
- le plateau est chargé,
- le ressort n'est pas détendu,
- rien ne bloque son avance.

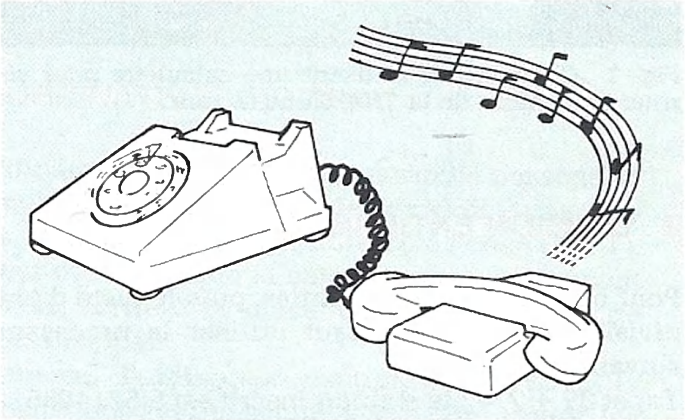


Fig. 1 La musique donne au correspondant l'assurance que la communication n'est pas interrompue.

b) Une machine à laver **à programmes** possède un certain nombre de programmes préétablis qui ne diffèrent les uns des autres que par des durées ou des réglages différents.
La ménagère ne peut que choisir l'un d'eux qui se déroule alors de manière automatique.
Les machines **programmables** ne possèdent parfois qu'un seul programme, sur lequel la ménagère modifie elle-même les valeurs de réglage ou les durées, pourvant même éliminer une ou plusieurs phases de lavage. Il existe de nombreux objets familiaux dits programmables, munis d'une horloge pour lesquels on ne peut agir que sur l'heure de mise en marche (cafetière), la durée de fonctionnement (magnétoscope), la température (four), etc.

2 ROBOTS

Les robots d'une chaîne de montage. Ils sont pilotés par un ordinateur qui leur fait reproduire les mouvements des ouvriers qu'ils remplacent. Lorsque la chaîne de montage change de production, il suffit de leur apprendre les nouveaux gestes, alors que les machines automatiques antérieures ne pouvaient pas être réutilisées.

3 LE BIGTRAK

Ce jouet (fig. 4, p. 79) peut se déplacer : avancer, reculer, tourner, observer un arrêt, émettre un son ou des éclairs.
Les roues motrices sont les roues centrales; pour tourner sur place, elles tournent en sens contraires l'une de l'autre.

4 LE PROMOBILE

Tout comme le Bigtrak, le promobile (fig. 2) peut se déplacer, émettre de la lumière ou de la musique.
Par contre, il avance très lentement, d'où son surnom de « tortue ». Son déplacement est très régulier; de plus, grâce au crayon qu'il peut faire monter ou descendre, il peut laisser la trace de son parcours.
Sur le panneau de bord du promobile, on distingue de nombreux *composants électroniques,* les parties de l'émetteur-récepteur radio, ainsi que des blocs de mémoires et des micro-processeurs.
Chacun des moteurs commande une roue : ainsi le promobile peut-il avancer en ligne droite (les 2 moteurs tournent ensemble), tourner sur place (les moteurs tournent en sens contraires) ou avancer en tournant (l'un des moteurs tourne plus vite que l'autre).

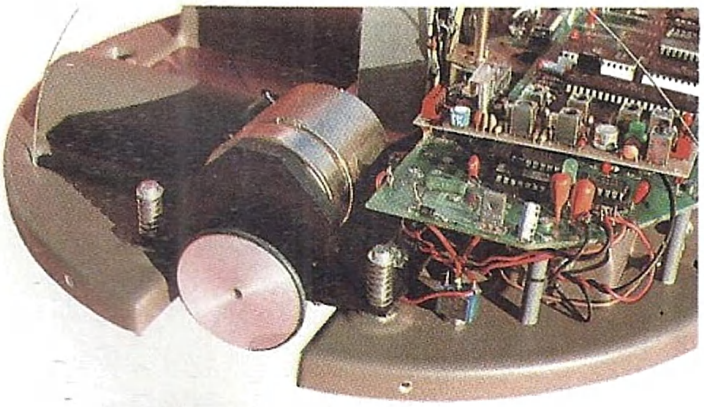


Fig. 2 Le moteur n'est pas en face de la roue; le boîtier noir contient un mécanisme. Lequel ? Pourquoi ?

Es-tu capable de...

1. *Dire ce qu'est un automate, un robot...*
2. *Comment tourne la tortue.*
3. *Ce que l'on « programme » sur un four électrique.*

39 LE MICRO-ORDINATEUR

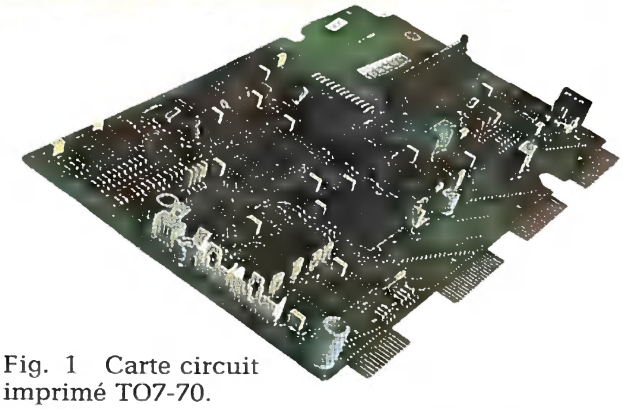


Fig. 1 Carte circuit imprimé TO7-70.

1 ORGANISATION

Les principaux éléments constitutifs sont :
- l'**unité centrale :** c'est là que s'opèrent la mémorisation et le traitement des informations;
- les **périphériques...**

... d'*entrée,* qui permettent d'envoyer des informations à l'ordinateur :
- le clavier,
- le crayon optique;

... de *sortie,* qui permettent à l'ordinateur d'envoyer des informations à l'extérieur :
- le moniteur-vidéo (écran),
- le haut-parleur du moniteur,
- l'imprimante;

... de *stockage,* qui permettent de stocker une grande quantité d'informations :
- le lecteur-enregistreur de cassettes,
- le lecteur-enregistreur de disquettes.

Ce sont des périphériques à la fois d'entrée et de sortie.

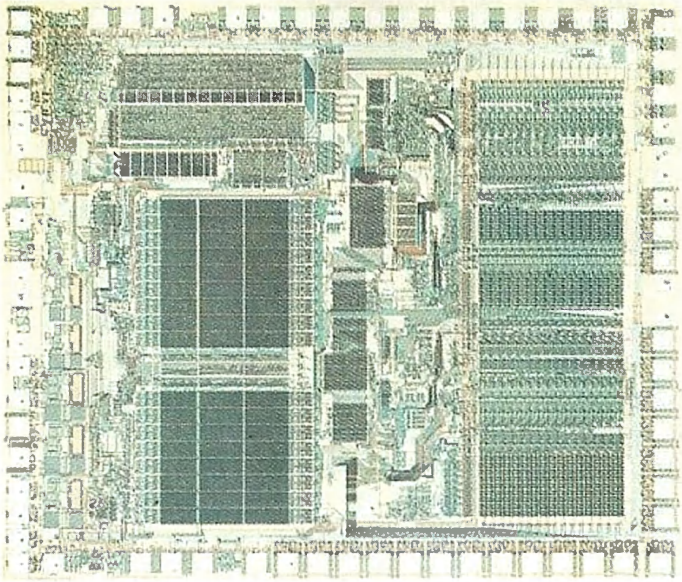


Fig. 2 L'incroyable complexité d'un circuit intégré.

2 LA CARTE CIRCUIT IMPRIMÉ

Sur ce support où sont imprimés les circuits principaux (fig. 1), se trouve un grand nombre de composants électroniques, en particulier pour le régulateur de tensions électriques.
On y voit aussi des boîtiers noirs, plus ou moins gros. Les plus petits sont des ROM (mémoire à lecture seulement, dite morte), ou des RAM (mémoire vive, dont le contenu peut être modifié, par l'utilisateur, en cours de fonctionnement).

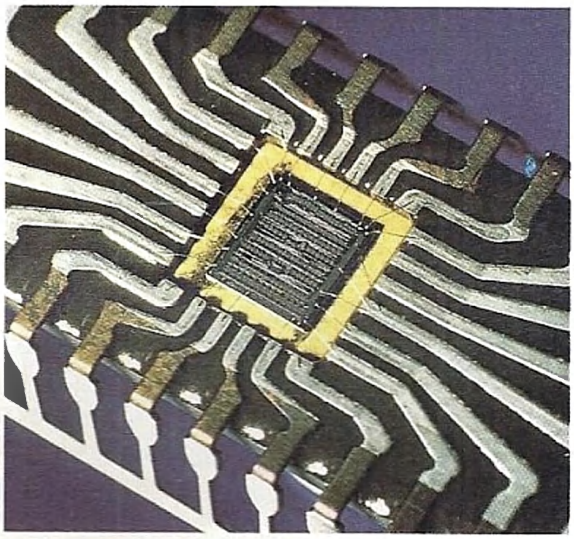


Fig. 3 Le boîtier noir n'a pas encore été posé. Observe les liaisons de la « puce » aux « pattes ».

3 PUCE et MICRO-PROCESSEUR

La puce (fig. 2) est un *circuit intégré* minuscule ne mesurant que 2 à 3 mm de côté. Pas plus épaisse qu'un ongle, elle peut contenir plusieurs dizaines de circuits. Ces circuits y ont été reproduits par des procédés photographiques, puis gravés grâce à des processus chimiques.
La puce est si petite et si fragile qu'il faut la loger au centre d'un boîtier (fig. 3). Chacune de ses sorties est reliée à l'une des broches (pattes), qui sont à leur tour reliées aux connexions du circuit imprimé de la plaque support.

Es-tu capable de...

1. *Dire ce qu'est un périphérique ? un périphérique de sortie ?*
2. *Reconnaître un bloc-mémoire ? un microprocesseur ?*
3. *Dire à quoi servent les broches des boîtiers des microprocesseurs ?*

40 LE BIGTRAK

1 MÉMORISATION

Lorsque l'on met le Bigtrak sous tension, et seulement à ce moment-là, on peut utiliser la touche [TEST], ce qui lance un programme pré-enregistré, afin de s'assurer du bon fonctionnement de l'engin.
Après cela, ou après la mise sous tension, toute séquence d'appui sur les touches est mémorisée pour être effectuée à chaque appui sur la touche [GO].

2 EFFACEMENTS

Tout comme sur une calculette, on peut procéder à un effacement total ou partiel.
a) L'effacement total peut se faire de deux façons : en coupant le courant, puis en le rétablissant, ou, ce qui est bien préférable, en tapant sur la touche [CM], initiales de Clear Memory : effacement mémoire.
b) Effacement partiel. On peut, en tapant sur la touche [CE], effacer le dernier ordre donné. [CE], initiales de Clear Entry : effacement entrée.

3 ÉCRITURE DE PROGRAMME

Deux méthodes sont utilisables :
a) Le « pas-à-pas » : on tape la séquence correspondant à un mouvement; exemple : [→] [1] [5], puis on tape sur [V], ce qui permet de vérifier le dernier ordre entré. On peut, en cas d'erreur, taper [CE] et revenir à la position précédente.
Lorsque tout le trajet est complètement parcouru pas-à-pas, il suffit de taper [GO] pour obtenir le déplacement complet... mais hélas, le Bigtrack, lorsqu'il est emporté par son élan, se comporte de manière légèrement différente.
b) La deuxième méthode, réservée aux programmeurs plus chevronnés, consiste à construire le projet de déplacement complet, sans le tester, puis taper [GO.]

4 LA TOUCHE X2

Après avoir tapé un programme comportant une dizaine d'instructions, on peut, en tapant [X2] [5], obtenir la répétition des cinq dernières instructions.

Fig. 1 Le clavier en gros plan.

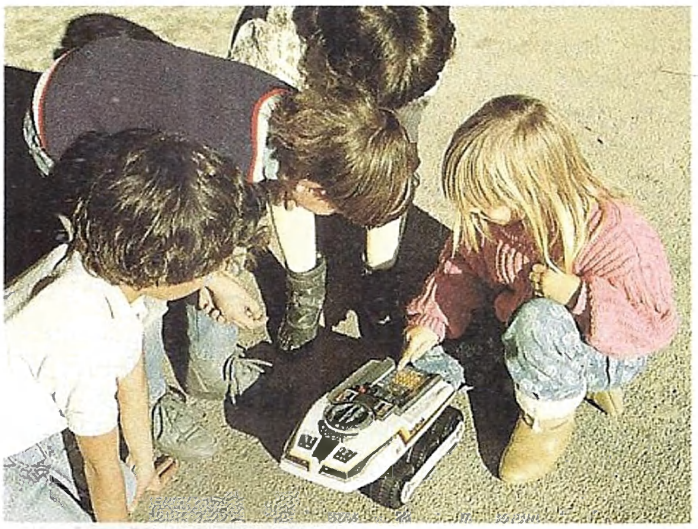


Fig. 2 Ces élèves de C.P. programment le parcours du Bigtrak.

Es-tu capable de...

1. *Dire quelle est la fonction de la touche [CE] ? celle de [CM] ?*
2. *Dire quel est le rôle de la touche [TEST] ?*
3. *Expliquer à quoi peut servir la touche [P] dans un programme ?*
4. *Expliquer le fonctionnement de la touche [X2] ?*

41 PILOTONS UN ROBOT

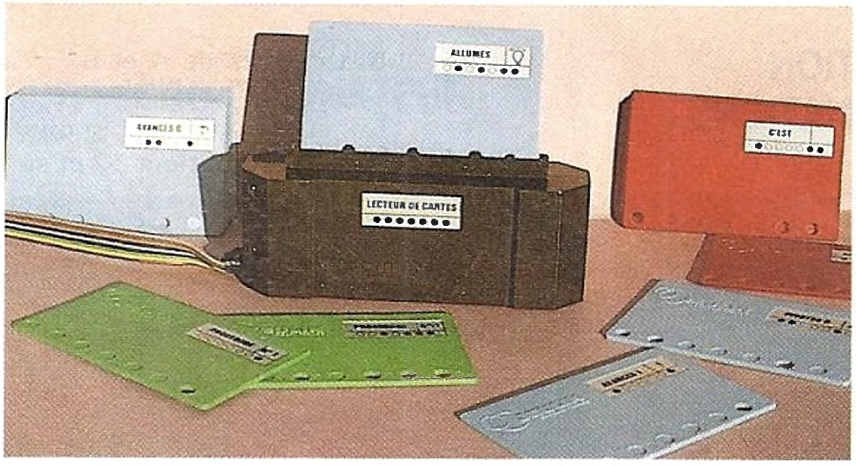


Fig. 1 Le lecteur de cartes. Sur les cartes (1re version), il manque le pronom TU au début de l'ordre.

1 LE LECTEUR DE CARTES PERFORÉES

Le promobile est un robot destiné surtout aux classes pré-élémentaires; sa commande s'effectue au moyen de cartes perforées (fig. 1). Chaque carte correspond à un ordre bien précis; exemple : PIVOTE DROITE 60 (PD 60). La tortue tourne sur place, le crayon étant situé au poinf fixe.
Pour obtenir l'exécution de l'ordre, il faut introduire la carte bien à fond dans le lecteur. Si c'est bien fait, on entend un « bip »; la carte peut, alors être retirée. La tortue exécute l'ordre, émet un nouveau bip pour indiquer qu'elle a terminé et qu'elle est prête pour autre chose.
Si la carte est mal introduite (à l'envers) ou si l'ordre n'est pas possible (« LÈVE CRAYON », alors que le crayon est déjà levé), la tortue émet un « grognement » (note grave).
Les cartes perforées comportant 2 positions de trous permettent d'obtenir 4 ordres au maximum.

Pour 16 ordres, il faut donc 4 positions de trous. 7 positions permettent 128 ordres possibles.

2 DESSINS DU E

Voici (fig. 2) un programme possible :
PG 90, BC, AV 1, PD 90, AV 1, PG 90, RE 1, AV 1, PD 90, AV 1, PD 90, AV 1, LC. (13 cartes).
- Écris la séquence correspondant au 2e dessin.

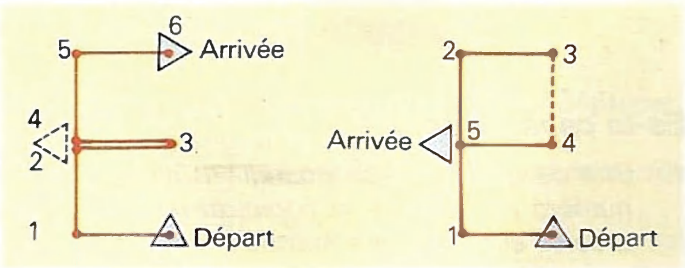


Fig. 2 Il existe d'autres façons de laisser une telle trace. Trouves-en au moins une.

3 LA TORTUE-ÉCRAN

L'écran représente le plan horizontal; il n'est donc pas question, en LOGO, de « dire » à la tortue MONTE ou DESCENDS.
Le « champ » de déplacement est un rectangle mesurant en unités-pas de tortue 320 par 200.
À son apparition (ou après un VE), la tortue se trouve au centre.
Programme de la figure imposée (fig. 6, p. 85) :
LC AV 100 TG 180 BC AV 30 TG 90 AV 30
TG 90 AV 10 TG 90 AV 10 TG 90 AV 30
TD 90 AV 20.

Fig. 3 Une fleur obtenue avec des quarts de cercle.

Es-tu capable de...

1. *Dire comment on pilote le promobile ?*
2. *Dire combien on peut faire de cartes perforées avec 5 positions de trous ?*

42 MÉMORISATION DES INFORMATIONS

Règles d'écriture

1 RÈGLE N° 1

- Pour écrire proprement sur une ardoise, il faut commencer par l'effacer. On perd donc l'information qui y était auparavant (fig. 1).
- La notation Schtroumpf ← 23 doit se lire : «(l'ardoise de) Schtroumpf reçoit la valeur 23.»

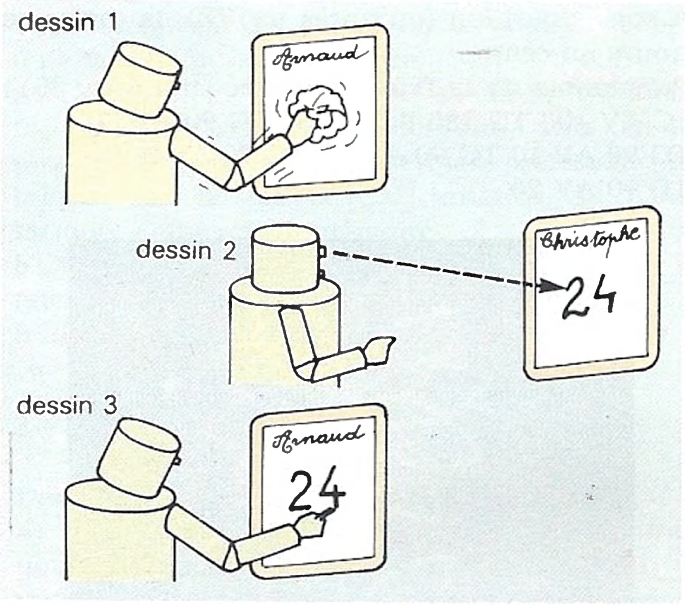


Fig. 1, 2, 3 Ce que fait l'Ultram après avoir reçu l'ordre ARNAUD ← CHRISTOPHE.
Qu'est-il advenu de l'ancien contenu de l'ardoise ARNAUD ?

2 RÈGLE N° 2

a) Pour effectuer ARNAUD ← CHRISTOPHE, il faut effacer l'ardoise d'Arnaud;
- lire le nombre inscrit sur l'ardoise de Christophe (fig. 2);
- écrire ce nombre sur l'ardoise d'Arnaud (fig. 3).

b) ARNAUD ← CHRISTOPHE se lit :
«l'ardoise d'Arnaud reçoit la valeur inscrite sur l'ardoise de Christophe».
N.B. Le transfert se fait de droite à gauche comme l'indique la flèche.
A ← B; B ← A Attention ! ceci ne fait pas l'échange des valeurs de A et B ! c'est obligatoirement une erreur...
En effet, supposons que B contient 12; après A ← B, A contient 12 et sa valeur antérieure a été perdue !
Le 2e ordre (inutile) écrit 12 dans B.

c) Pour réaliser l'échange des valeurs, il faut utiliser une «ardoise relais» X sur laquelle on préserve momentanément la valeur initiale de A.

X ← A; A ← B; B ← X.

3 RÈGLE N° 3

On a parfaitement le droit d'écrire des expressions du genre :

A ← B + C ou A ← 2 × B + 3 × C,

ou encore : A ← A × 3 qui consiste à :
- lire la valeur inscrite sur A,
- multiplier cette valeur par 3,
- écrire le résultat sur A, avec effacement préalable. L'ancienne valeur est perdue.

Au paragraphe 6, parmi les 3 instructions : BÉATRICE ← 5; CHRISTOPHE ← ÉMILE; ARNAUD ← 2.
L'instruction n° 2 n'est pas exécutable, car aucune valeur n'ayant été donnée à ÉMILE, on ne peut pas recopier cette valeur (fig. 4).

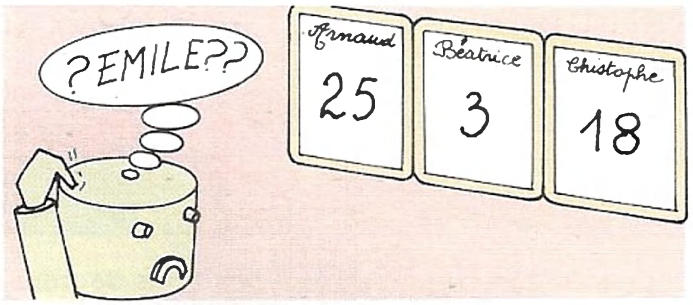


Fig. 4 L'Ultram est perplexe, car il n'a pas encore l'ardoise ÉMILE.

Programme de la piste 1
Si l'on considère que : LO = longueur et LA = largeur, on reconnaît les formules du calcul du DEmi-périmètre, du PÉrimètre et de l'AIre d'un rectangle.

Es-tu capable de...

1. *Dire ce qui se passe quand on utilise la règle numéro 2 pour faire la copie du contenu d'une ardoise sur une autre ?*
2. *Dire ce que l'on doit faire pour échanger les contenus de deux ardoises ?*

43 ÉCRITURE SUR MICRO-ORDINATEUR

Fig. 1 Clavier d'un ordinateur.

1 LE CLAVIER

Sur le clavier d'un ordinateur, les lettres ne sont pas disposées dans l'ordre alphabétique; il faut donc apprendre à les situer. Le clavier de type français commence, en haut à gauche, par AZERTY... d'où son nom (fig. 1).

- Les touches sont «auto-répétitives». Cela veut dire, que passé un délai d'environ une seconde, l'image de la touche (caractère) est reproduite sur l'écran tant qu'on maintient la touche enfoncée.

- La touche qui permet d'écarter les mots est celle, plus longue que les autres, située en bas du clavier, c'est la barre d'espacement (fig. 1). Elle affiche, en fait, un espace de même largeur qu'un caractère.

- Le petit trait clignotant est le *curseur,* il indique l'endroit où s'écrira le prochain caractère. C'est bien utile, surtout après qu'on ait tapé quelques espaces.

Attention ! la manipulation signalée .
[↓] [ENTRÉE] n'est pas la façon normale de passer à la ligne suivante. C'est pour éviter d'avoir un message d'erreur en retour (en anglais ERROR...).
Tu verras, plus loin, qu'il suffit de taper sur la touche [ENTRÉE] .

2 LES TOUCHES SPÉCIALES

Les touches fléchées sont utiles pour déplacer le curseur sur l'écran.
La touche [EFF] permet d'effacer le caractère où se trouve le curseur.
La touche [INS] permet de repousser vers la droite le texte situé à droite du curseur.

- Sans utiliser la touche [RAZ] ni la touche [EFF] , comment peut-on effacer un mot ?

3 LES TOUCHES DOUBLES

Pour obtenir le caractère jaune se trouvant en particulier, en haut des touches de la rangée du haut, il faut appuyer sur la touche point jaune sur TO 7 ou touche jaune sur MO 5, et sans la lâcher, appuyer sur la touche désirée.

4 LE MODE MINUSCULE

Pour passer en mode minuscule, (ou pour revenir aux majuscules), il faut appuyer en même temps, sur la touche point jaune et sur la barre d'espacement. On peut alors écrire en minuscules ou en majuscules (en appuyant en même temps sur la touche point jaune et sur la touche désirée).

5 TRAITEMENT DE TEXTES

Quand on frappe sur du papier, on peut remplacer une lettre par une autre. En supprimer une (ou un mot) laisse un blanc. Rajouter un mot, ou plus, est impossible.
Avec un éditeur de textes, on peut faire très facilement des corrections, des modifications, des suppressions ou des rajouts. Un traitement de textes offre, en plus, de nombreux autres services : recopier un mot, une phrase ou un paragraphe, autant de fois que l'on veut.

Es-tu capable de...

1. *Dire où se trouve la lettre A sans regarder le clavier ?*
2. *Corriger un texte déjà écrit sur l'écran ?*
3. *Faire apparaître sur l'écran les signes marqués en jaune sur les touches ?*
4. *Écrire un texte dans lequel il y a des minuscules et des majuscules ?*

44 ORDINATEUR : LE MODE DIRECT

1 MODE CALCULATEUR

On peut utiliser un ordinateur pour faire des calculs, tout comme une calculette; les symboles des opérations sont : + − ✳ /.
L'ordinateur permet de taper en une seule fois des opérations complexes, en utilisant des parenthèses, s'il le faut. L'opération demandée doit être précédée de ? et suivie de la touche ENTRÉE seulement. (Ne pas taper =).

Exemple : ? (54 ✳ 15) / (832 − 79) ENTRÉE.

L'ordinateur ne faisant pas les calculs de gauche à droite, mais suivant un ordre de priorité (multiplications et divisions avant additions et soustractions), les parenthèses sont parfois inutiles comme dans : (32 ✳ 5) + (243 / 3) − (7 ✳ 13).
Par contre (fig. 1), 12 + 6 / 3 + 2 ✳ 5 est compris par l'ordinateur comme étant

12 + (6 / 3) + (2 ✳ 5), soit 24,

alors qu'à chaque appui sur une touche d'opération, une calculette donnerait successivement 12, 18, 6, 8 et 40.

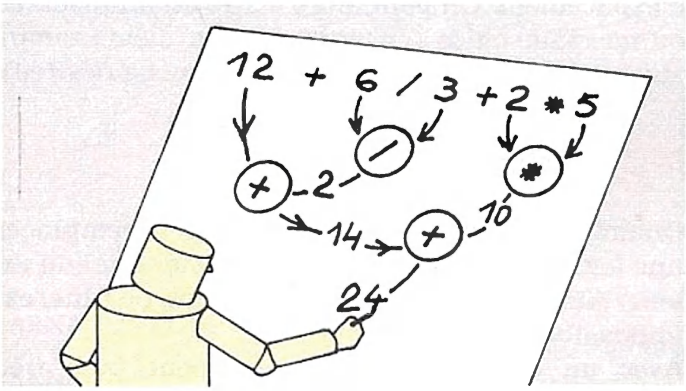


Fig. 1 L'Ultram respecte les priorités pour effectuer les calculs.

2 MISE EN MÉMOIRE

ARNAUD ← 15 s'écrit tel quel en LSE, s'écrit en LOGO : DONNE "ARNAUD 15.
En BASIC(s), suivant les appareils, LET ARNAUD =·15 ou seulement ARNAUD=15 (fig. 2).
Certains appareils (tel le Sinclair exigent l'emploi du mot LET :

LET ARNAUD = 15.

Attention ! Ce symbole = n'est plus celui de l'égalité utilisé en mathématique ! Faire surtout attention à la règle n° 2 :

ARNAUD = CHRISTOPHE.

Christophe fait que Arnaud reçoit la valeur contenue dans Christophe (s'il y en a une !), et non le contraire.

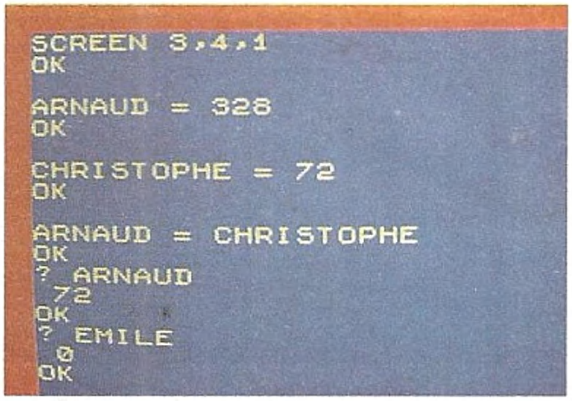


Fig. 2 Le bas de l'écran montre que le BASIC répond quand il ne sait pas.

3 AFFICHAGE DES MÉMOIRES

? CLAUDE affiche à l'écran le nombre contenu dans la case nommée CLAUDE (fig. 3). Si l'on tape ? ÉMILE alors qu'on n'y a rien mis, le BASIC répond 0. Il ne signale pas qu'il est anormal de demander le contenu d'une case dans laquelle on n'a rien mis. LOGO ou LSE signalent cette anomalie.

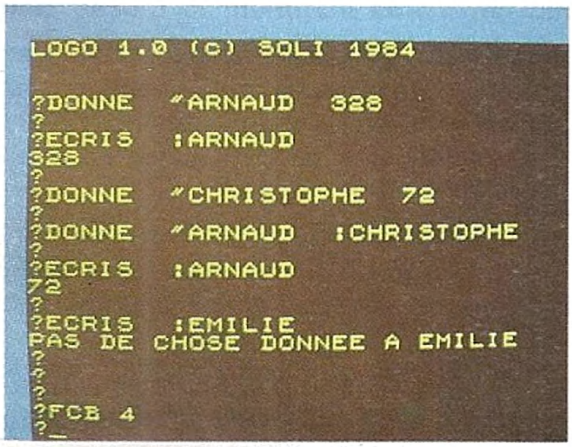


Fig. 3 LOGO signale qu'il n'a rien mémorisé dans Émilie.

4 AFFICHAGE D'UN TEXTE

En BASIC, il suffit de délimiter le texte à reproduire par des guillemets, soit :
? "SALUT", ce qui donne ...
SALUT à la ligne au-dessous.
En LOGO, on tape : ÉCRIS "SALUT, sans mettre les guillemets à la fin.

Es-tu capable de...

1. *Dire quel est le signe de la multiplication ?*
2. *Trouver le résultat de l'ordinateur pour 3 + 2 ✳ 8 / 4 − 5 ?*

45 ORDINATEUR : MODE PROGRAMMÉ

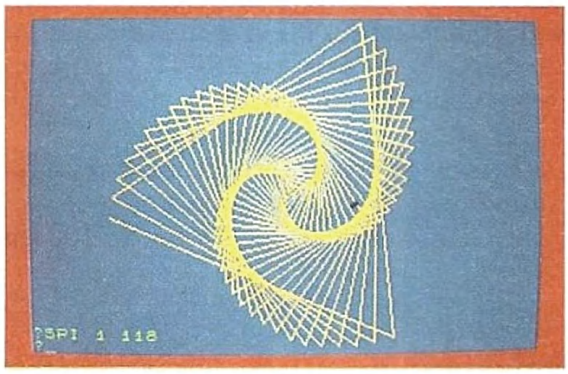


Fig. 1 Une nébuleuse ? non ! un dessin « spiralé » obtenu grâce à une procédure très simple.

1 LES MODES DU LOGO

En mode direct, il y a un ? au début d'une ligne; cela veut dire que LOGO attend une instruction ou une liste d'instructions rédigée avec des mots qu'il connaît (fig. 1). Pour lui apprendre de nouveaux mots, on doit passer en mode « apprentissage-mémorisation », grâce au mot POUR suivi d'un seul mot qui sera le nom de ce programme. On a alors un > en début de ligne qui signale que l'on est dans ce mode.
Pour en sortir et revenir au mode direct, il faut, obligatoirement, taper le mot FIN, seul, à la suite de >. Voir les exemples suivants (fig. 2 et 3).

2 EXEMPLES

```
?POUR RECTANGLE
>AV 30 TD 90 AV 50 TD 90
>AV 30 TD 90 AV 50 TD 90
>FIN
VOUS VENEZ DE DEFINIR RECTANGLE
?
?
?POUR RECTANGLES
>RECTANGLE
>LC TG 90 AV 60 TD 90 BC RECTANGLE
>LC RE 40 BC RECTANGLE
>FIN
VOUS VENEZ DE DEFINIR RECTANGLES
?
?_
```

Fig. 2 Il suffit de taper RECTANGLES pour obtenir le dessin des 3 rectangles juxtaposés.

3 RÉPÉTITIONS

```
?POUR CARRE2
>REPETE 4 [ AV 40 TD 90 ]
>FIN
VOUS VENEZ DE DEFINIR CARRE2
?
?
?POUR HEXA2
>REPETE 6 [ AV 20 TG 60 ]
>FIN
VOUS VENEZ DE DEFINIR HEXA2
?
```

Fig. 3 Avec l'instruction REPETE, on peut obtenir tous les polygones réguliers. Essaie de faire un octogone (8 côtés).

4 LES COULEURS

FCFG ×× veut dire Fixe la Couleur du Fond Graphique à la couleur ××.
FCC ×× veut dire Fixe la Couleur du Crayon à la couleur ××.
×× est le code numérique des couleurs du TO 7 : 0 noir; 1 rouge; 2 vert; 3 jaune; 4 bleu; 5 parme; 6 cyan; 7 blanc

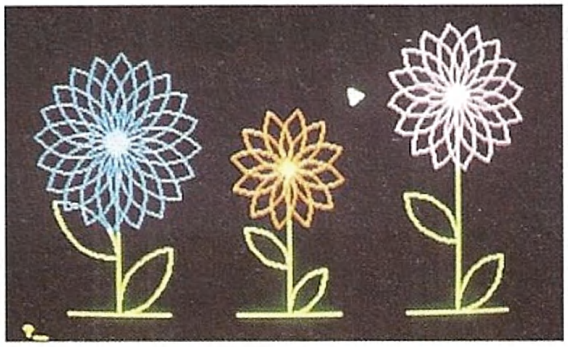


Fig. 4 Trois jolies fleurs et un papillon qui voltige de l'une à l'autre.

5 PISTES

POUR REPETE . PRENOM
N.B. : un seul mot après POUR, donc pas d'espace, mais le point est autorisé.
>REPETE 15 [ECRIS. "LUCIEN]
>FIN
Il suffit alors de taper REPETE . PRENOM pour obtenir l'exécution.

Au Clair De La Lune

```
?POUR REPETE.PRENOM
>REPETE 15 [ ECRIS "LUCIEN ]
>FIN
VOUS VENEZ DE DEFINIR REPETE.PRENOM
?
?POUR ACDL
>JOUE "SOSOSOLASILASOSILALASO
>FIN
VOUS VENEZ DE DEFINIR ACDL
?
?ACDL
```

Taper ACDL pour entendre la mélodie.

Es-tu capable de...

1. *Dire dans quel « mode » on se trouve lorsque l'on voit le signe > en début de ligne ?*
2. *Dire ce qu'il faut faire, dans ce cas, pour revenir au mode direct ?*
3. *Dessiner un carré, en rouge sur fond noir ?*

46 PROGRAMMONS EN BASIC

1 TRADUISONS EN BASIC

Tu vois ci-contre la liste des instructions telle que tu les as, peut-être, numérotées. L'ordinateur ne répond pas, ne fait rien apparemment, car il mémorise simplement les instructions sans les exécuter.

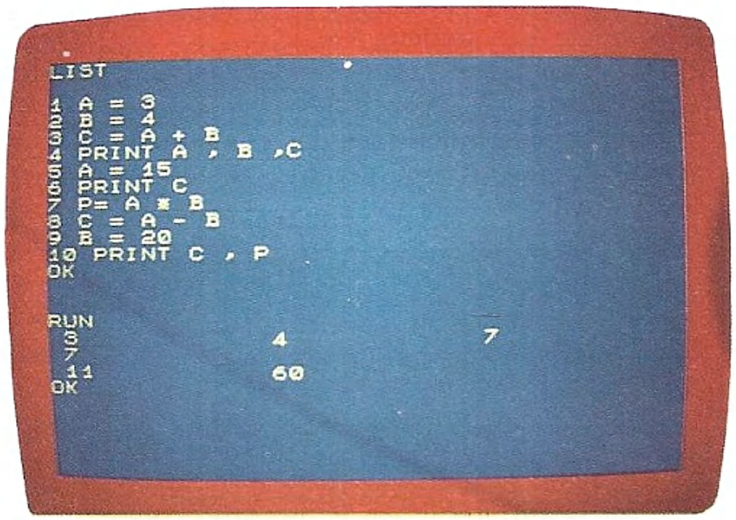


Fig. 1 Un exemple de mauvaise numérotation.

2 LES COMMANDES

Après avoir effacé l'écran, la liste des instructions est toujours en mémoire.
La commande LIST permet de la revoir dans son intégralité (fig. 1 en haut de l'écran).
La commande RUN permet d'effectuer le travail (fig. 1, en bas de l'écran).

Fig. 2 Le programme s'est réservé la possibilité d'insérer de nombreuses lignes.

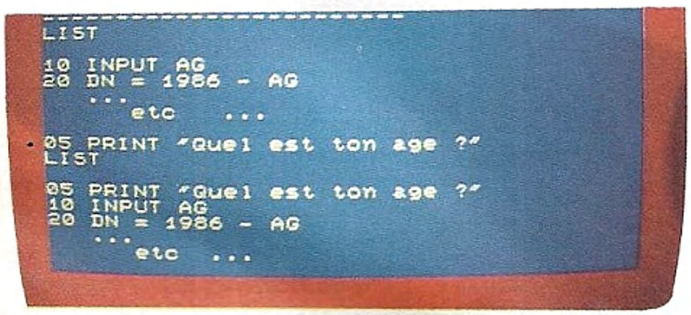


Fig. 3 Il est utile de faire écrire le texte de la question, avant de demander la réponse.

Sous le mot RUN, on voit 3 4 7; ce sont les valeurs de A, B, C au début, c'est l'instruction de la ligne 4, PRINT A, B, C qui les a affichées. En ligne 6, PRINT C affiche 7.
C'est la ligne 10 qui affiche 11 et 60.

3 INSERTION

Le programme, tel qu'il est numéroté, ne permet pas d'insérer B ← 6 entre PRINT C (ligne 6) et P=A✳B (ligne 7), parce qu'il n'existe pas de numéro (nombre entier) entre 6 et 7.
Pour se laisser la possibilité d'insertion, il faut ne pas numéroter avec des nombres consécutifs, mais par exemple de 10 en 10, ou de 100 en 100 (fig. 2).

4 ANALYSONS

Pour les mêmes raisons que ci-dessus, en commençant un programme par 10 pour premier numéro de ligne (fig. 3), on se réserve la possibilité d'insérer une ou plusieurs instructions avant la première.
Le programme (fig. 3, p. 94) donnant la différence entre LO et LA, il suffit de modifier leur valeur pour répondre à la question posée :

10 LO=35 et 25 LA=28.

5 INSTRUCTION INPUT...

Cette instruction suspend l'exécution du programme et attend que l'utilisateur donne un nombre (en chiffres), puis qu'il tape sur la touche ENTRÉE .
Si l'on ne tape rien ou des lettres parmi des chiffres, l'ordinateur envoie un message demandant de refaire l'entrée, il affiche REDO puis le ? et attend de nouveau.

Es-tu capable de...

1. *Dire quelle est l'instruction du langage BASIC, qui permet de revoir la totalité du programme que tu as écrit, lorsque l'écran a été effacé ?*
2. *Dire ce qu'il faut faire pour insérer de nouvelles lignes dans un ancien programme ?*
3. *Dire quelle est l'instruction qui permet à l'utilisateur de donner des renseignements au programme, lorsque celui-ci pose des questions ?*

47 UNE BOÎTE POUR CONFISERIE

1 CALCUL DE « a »

Le volume de la voîte est : v = a × a × a. Il faut trouver un nombre tel que : a × a × a = 350 cm^3. Pour a = 7, v = 343 cm^3, pour a = 7,1 cm, v = 357,911 cm^3.
Ces deux valeurs sont acceptables et le volume étant approximatif, on peut choisir l'une ou l'autre.

2 TENUE DU CUTTER ET DE LA RÈGLE

Le cutter est tenu à pleine main, manche dans la paume. La lame est sortie au minimum, jamais au-delà du support pour les cutters à lame autocassable.
L'opérateur est debout et maintient la règle vers lui avec le pouce, l'index et le majeur. Le mouvement de coupe est donné à l'outil, l'effort de coupe doit être léger (profondeur de passe environ 1/4 mm) (fig. 2).

3 TENUE ET MANIEMENT DES CISEAUX

Seule la tenue à deux doigts (pouce et index) est mauvaise, car elle ne permet pas une bonne immobilisation de l'outil. La liaison main-outil n'est pas assez rigide.
Les autres, et particulièrement celle à trois doigts (pouce, index et majeur), sont efficaces.
Le mouvement de coupe (actionnement des lames) est donné par la main droite. Le mouvement d'avance est donné au matériau (pour les semi-rigides) par la main gauche.
La main droite reste fixe par rapport au corps : l'opérateur peut ainsi contrôler la coupe. La rotation de la pièce s'effectue donc toujours dans le sens des aiguilles d'une montre (fig. 3). Les angles rentrants nécessitent deux coupes convergentes de l'extérieur vers l'intérieur. Il est indispensable de pratiquer un pré-découpage pour appliquer cette règle (fig. 4 et fig. 5).

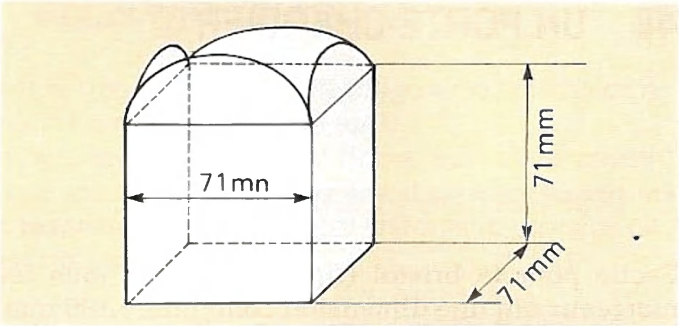


Fig. 1 La boîte, dessin en perspective côté; quand l'unité n'est pas indiquée sur le dessin, la dimension est exprimée en mm.

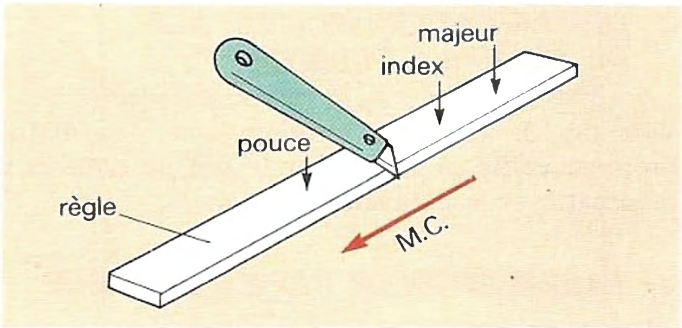


Fig. 2 Tenue de la règle et mouvement de coupe.

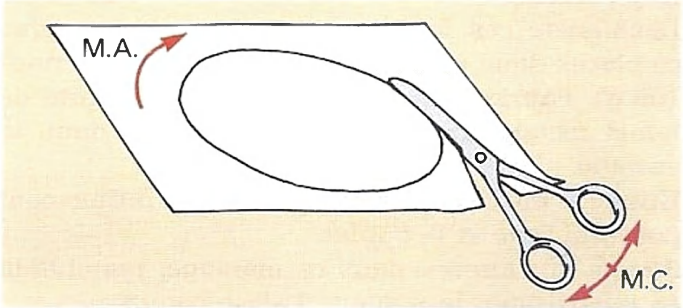


Fig. 3 Rôle des deux mains, mouvement d'avance et mouvement de coupe.

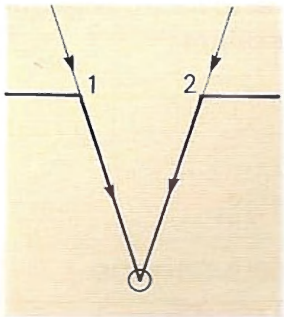


Fig. 4 Coupe des angles rentrants.

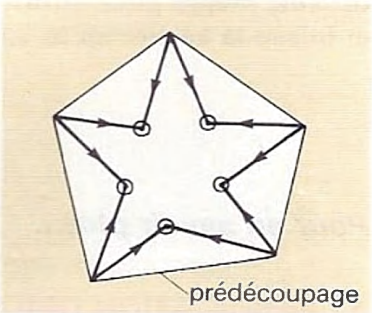


Fig. 5 Traçage du prédécoupage et prévision de coupe.

Es-tu capable de...

1. *Établir une notice d'utilisation pour chacun de ces trois outils ?*
2. *Coder comme sur la figure 4, un parcours de coupe sur une figure complexe ?*
3. *Identifier sur d'autres outils (couteau, scie, ...) et sur des petites machines (perceuse, robots ménagers, ...) le mouvement d'avance et le mouvement de coupe ?*
4. *Effectuer correctement des coupes dans les limites (tolérance de + ou − 1 mm) ?*

48 UN PORTE-CHÉQUIER

1 DISPOSITION POUR LA COUPE

Facile pour le bristol (fig. 1), puisque tous les morceaux ont une dimension commune : 180 mm. Pour le matériau de couvrure, il faut rechercher le rectangle enveloppe de plus petite surface (fig. 2).

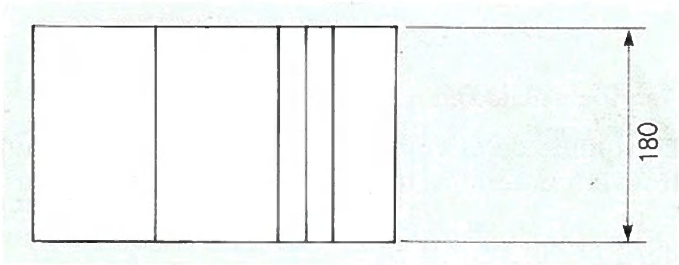


Fig. 1 Débits bristol.

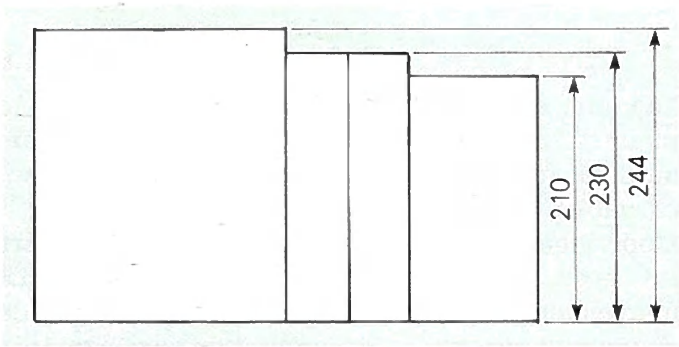


Fig. 2 Débits matériau de couvrure.

2 ORGANISATION DE L'ESPACE DE TRAVAIL COLLAGE

Voir fig. 3. Travaille toujours avec les mains propres; veille à reboucher le pot de colle et à bien nettoyer le pinceau après usage.

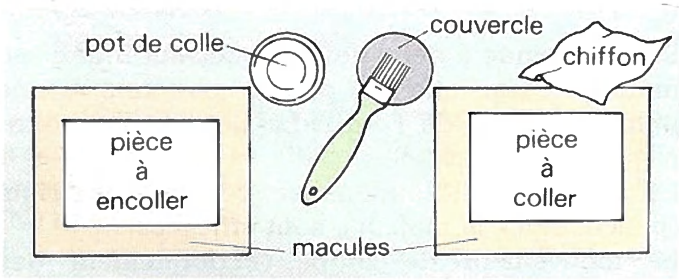


Fig. 3 Structure du poste de travail.

3 FABRICATION DE PAPIER RECYCLÉ

Récupère des papiers propres assez peu imprimés (circulaires, cahier abîmé, etc. Évite les magazines trop encrés.)
Déchiquète ces feuilles en petits morceaux que tu places dans une cuvette pleine d'eau (1 l pour 100 g). Fabrique la « forme » : c'est une sorte de tamis rectangulaire pouvant descendre dans la cuvette.
Utilise le mixer pour mélanger le plus intimement possible l'eau et le papier.
Plonge la « forme » dans ce mélange, remonte-la en répartissant la matière. Laisse égoutter.
Retourne la forme pour coucher la feuille encore humide sur un feutre. Place un autre feutre par-dessus, presse pour extraire l'eau. Retire la feuille et laisse-la sécher en la suspendant.

Pour en savoir plus...

4 FABRICATION DES PAPIERS ET CARTONS

Ces matérieux sont fabriqués à partir de la cellulose, extraite principalement du bois par des procédés mécaniques, puis chimiques et mécano-chimiques. Les pâtes à papier (fibres de cellulose en suspension dans l'eau) sont dosées, mélangées, puis traitées sur d'énormes machines qui forment la feuille et l'enroule sur de grosses bobines.

5 FORCE D'UN PAPIER

La « force » d'un papier ou d'un carton est la masse en grammes d'un mètre carré de feuille.

Es-tu capable de...

1. *Établir la notice technique de conduite d'un collage ?*
2. *Reconnaître et classer différents papiers selon leur « force » ?*
3. *Établir la fiche technique du gainage d'un angle droit ?*
4. *Reconnaître le sens de fabrication sur une feuille de papier ?*

49 TESTEUR DE CONTINUITÉ ÉLECTRIQUE
I

1 EXPÉRIENCE AVEC UNE DIODE (LED)

Lorsque tu appliques le fil rouge sur le pôle positif et le fil noir sur le pôle négatif de la pile, la diode électroluminescente s'éclaire : le courant passe. Lorsque tu inverses les contacts, la diode ne s'éclaire pas : le courant ne passe pas.
Conclusion : **Le courant fourni par la pile a un sens.** La diode électroluminescente ne laisse passer le courant que dans un sens.
Une diode est dite montée en « sens passant » quand elle laisse passer le courant ou en « sens inverse » quand elle arrête le courant.
Si tu remplaces la diode par une ampoule de 1,5 V et que tu renouvelles l'expérience, l'ampoule s'éclaire dans les deux cas, ce qui signifie que l'ampoule comme la résistance n'ont pas de sens « passant » (ou polarite).

2 PRINCIPE DU TESTEUR - SCHÉMA

La diode étant montée dans le sens passant :
- Le circuit est ouvert, la LED n'est pas éclairée.
- Si tu relies les deux points par un conducteur en bon état, la LED s'éclaire.
- Si le conducteur est mauvais (interruption cachée), la LED ne s'éclaire pas.

3 UTILISATION DU TESTEUR

Voir la figure 2. Place le fil rouge avec la fiche en A et le fil noir avec la fiche en B.
En appliquant ces deux fiches sur deux points d'une jonction ou aux bornes d'un composant et en respectant sa polarité, tu testeras le passage ou non du courant.

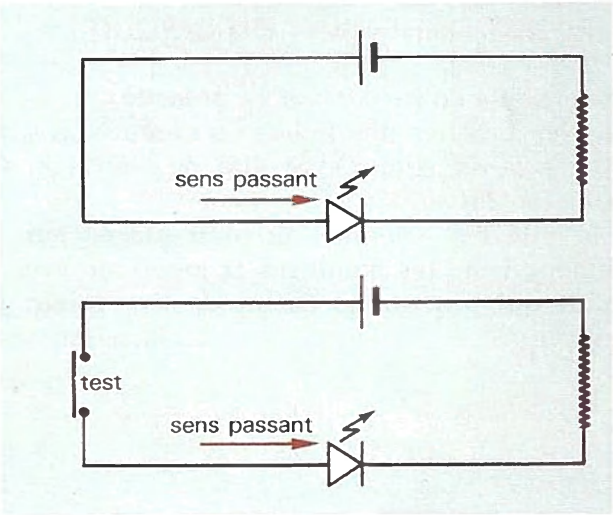


Fig. 1 Schéma du montage expérimental.

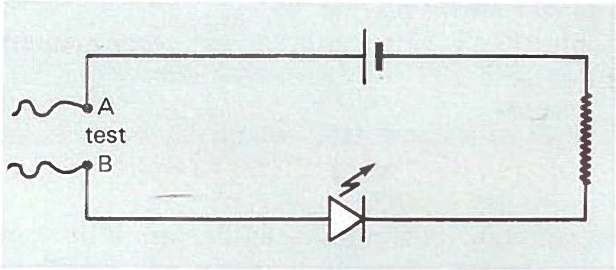


Fig. 2 Schéma du principe du testeur.

Pour en savoir plus...

IDENTIFICATION DE LA RÉSISTANCE

On mesure la valeur de la résistance en unités appelées ohms, données par la couleur des bagues.

A chaque couleur correspond un chiffre. La première bague est celle qui se trouve le plus près de l'extrémité du composant. Par exemple pour la nôtre, la première bague est bleue, donc le chiffre 6, la seconde est grise donc le chiffre 8, la troisième, noire aussi, donne le coefficient multiplicateur 1. La valeur de cette résistance est de 68 ohms.

CODE COULEUR DES RÉSISTANCES

Couleur	1re bague	2me bague	3me bague
noir	0	0	× 1
marron	1	1	× 10
rouge	2	2	× 100
orange	3	3	× 1000
jaune	4	4	× 10000
vert	5	5	× 100000
bleu	6	6	
violet	7	7	
gris	8	8	
blanc	9	9	

50 TESTEUR DE CONTINUITÉ ÉLECTRIQUE
II

1 VÉRIFICATION DU BON FONCTIONNEMENT DU CIRCUIT

Place la pile en respectant sa polarité.
Mets les broches des fiches en contact, la diode doit s'éclairer (fig. 1). Si elle ne s'allume pas, vérifie la pile.
Si la pile est « bonne » et bien placée sur ses contacts, teste tes soudures et jonctions avec un circuit qui fonctionne (celui de ton voisin par exemple).

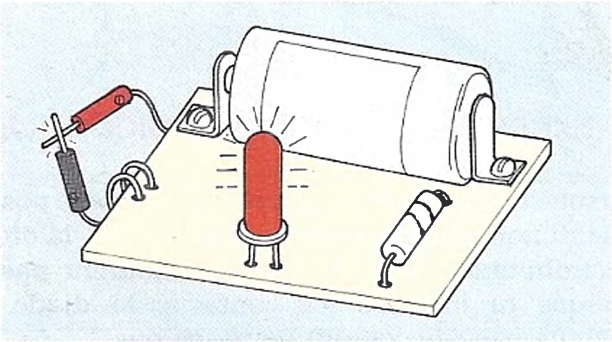


Fig. 1 Vérification du circuit.

2 AGENCEMENT DES DÉBITS SUR LA PLAQUE DE PVC

Les morceaux étant nombreux, il est difficile de procéder par calcul et dimensions communes.
Trace l'ensemble des débits sur une feuille de papier, découpe-les et cherche la façon la plus économique - et la plus pratique pour la coupe - de les placer sur la plaque.
La solution ci-contre (fig. 2), est certainement la meilleure.

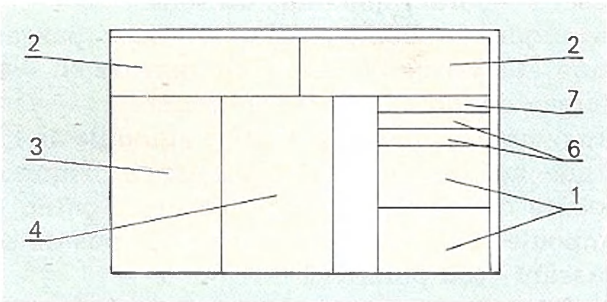


Fig. 2 Agencement des débits.

3 LECTURE D'UN DESSIN TECHNIQUE

Observe sur la figure 3 le dessin d'un taille-crayon. Le dessin technique est une représentation graphique normalisée. Ses normes étant appliquées dans beaucoup de pays, il s'agit là d'un langage quasi universel.
Sur le dessin de la figure 2, page 102, le boîtier est représenté en coupe sur la vue de face. La partie « enlevée » se situe sous le trait mixte du côté des flèches A. Les pièces coupées sont hachurées.

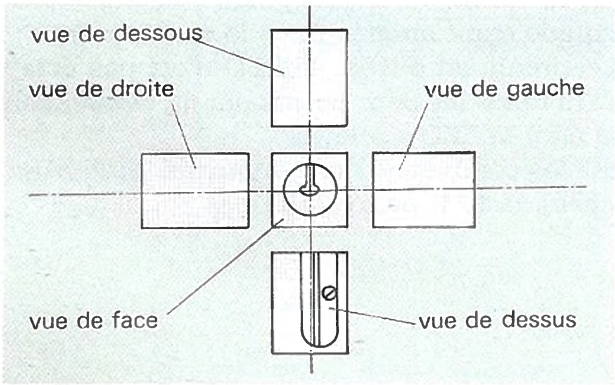


Fig. 3 Disposition et correspondance des vues.

4 MANŒUVRE DU COUVERCLE

Tu peux coller sur le couvercle une chute de PVC pour le saisir plus facilement (fig. 4 a).
Il est aussi possible de percer deux trous au diamètre des broches des fiches pour ranger celles-ci, en les plantant dans le couvercle et permettre sa manipulation (fig. 4.b).

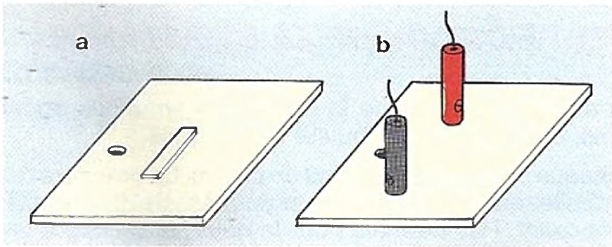


Fig. 4

Es-tu capable de... *Dessiner la vue de gauche du boîtier ?*

51 UN AÉROGÉNÉRATEUR ÉLECTRIQUE

I

Conditions de fonctionnement

1 LIBERTÉ EN ROTATION ET ÉQUILIBRE DE LA GIROUETTE

Il s'agit d'une liaison *pivot* qui est obtenue grâce au tourillon de ∅ 12 (fig. 1).
Cet axe se situe à proximité du point d'équilibre de l'ensemble monté.

2 LIAISON AXE-HÉLICE

Elle est assurée par serrage entre les deux écrous.
Il s'agit d'une liaison par *adhérence*.

3 POSITIONNEMENT ET FIXATION DU MOYEU

Deux traits de scie permettent d'encastrer les flasques.
Une bande de tôle d'aluminium assure le serrage du moyeu sur la flèche.
Cette bande est percée de quatre trous et fixée par quatre vis (fig. 2).

4 TRANSMISSION ET MULTIPLICATION DU MOUVEMENT DE ROTATION

Le joint de caoutchouc percé en son centre au diamètre 9 mm est monté en force sur l'axe.

5 FIXATION DU MOTEUR

Le support du moteur est vissé sur la flèche en interposant deux morceaux de tuyau souple. Cela permet un réglage précis de la pression de l'axe du moteur sur le galet d'entraînement (joint) (fig. 3).

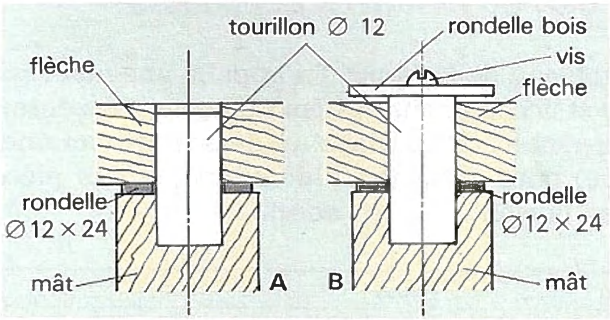


Fig. 1 Dessin en coupe des deux solutions possibles de montage de la flèche sur le mât, en conservant la liberté en rotation.

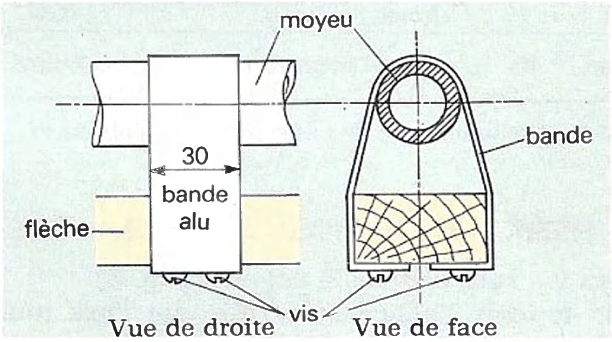


Fig. 2
Fixation du moyeu sur la flèche à l'aide de la bande.

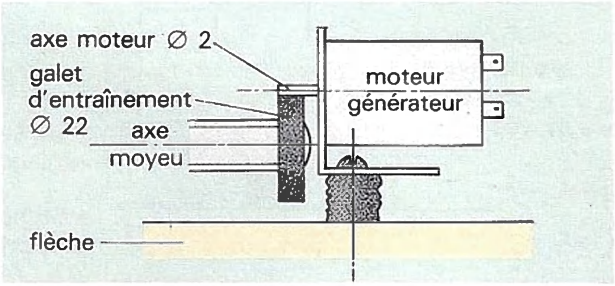


Fig. 3 Transmission par friction, le galet (joint) et l'axe du moteur.

PISTES DE RECHERCHE

1 Cherche une autre présentation qui fasse apparaître les opérations, les dessins, les outils, les machines et les moyens de contrôle.

2 Tu peux remplacer l'hélice par une roue à pales. Rcherche les avantages et les inconvénients.

1 REPÉRAGE DES DIFFÉRENTS ÉLÉMENTS

Le tableau de la figure 1 s'appelle une nomenclature et accompagne systématiquement les dessins d'ensemble. Il se place au-dessus du cartouche (titre) pour permettre l'identification des pièces. Cette présentation est normalisée.

Rep	Nb	Désignation	Matière
7	1	Écrou	acier
6	1	Contre-écrou	acier
5	1	Axe fileté	acier
4	1	Galet d'entraînement	caoutchouc
3	1	Bande de fixation	tôle alum.
2	1	Hélice	tôle alum.
1	1	Moyeu	dural

Fig. 1 Nomenclature des éléments de l'éolienne.

2 PRÉSENTATION D'UN DOCUMENT DE FABRICATION

Voici figure 2 une autre présentation possible sous forme de tableau à double entrée qui permet d'éviter les oublis.

N°	Opération	Croquis	Outils	Contrôle
1 □	Traçage			
2 □	Perçage			
3 □	Coupe			

Fig. 2 Tableau de fabrication.

3 RÉGLAGE DU CONTACT AXE - GALET

Deux vis sont prévues à cet effet (fig. 3).
Fais tourner l'hélice et vérifie que l'axe tourne aussi. Sinon serre légèrement les vis jusqu'à ce que la rotation de l'axe s'effectue sans interruption pour un tour d'hélice.

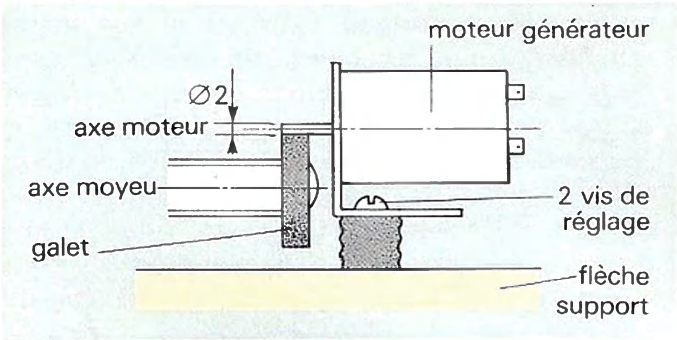


Fig. 3 Réglage du contact axe galet.

4 MONTAGE ÉLECTRIQUE

1. Soude les deux fils aux bornes du moteur et fixe-les le long du mât.
2. Laisse une boucle permettant à la flèche de faire un tour complet.
3. Fixe les extrémités sur les contacts d'une lampe de poche à la place de la pile.
4. Monte l'ampoule de 2,5 V et 0,06 A.
5. Ferme le circuit de la lampe.

Par vent moyen l'ampoule s'éclaire faiblement. Elle brille plus vivement si la vitesse du vent augmente.
Il y a donc production d'un courant qui peut être utilisé pour alimenter un signal par l'intermédiaire d'une batterie.
- Comment équiperais-tu ton éolienne pour qu'elle t'indique la vitesse du vent (anémomètre) ?

Es-tu capable de...

1. *Schématiser le montage électrique ?*
2. *Faire le schéma de l'alimentation d'une batterie en utilisant le composant électronique adapté pour éviter que le courant alimente le moteur ?*
3. *Inventer un système pour protéger le moteur générateur et l'axe de la pluie ?*

I.M.E. - 25-Baume-les-Dames - Dépôt légal Avril 1986 - N° éditeur 9032